# АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

## № 9

Видавничий дім
«Гельветика»
2021

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
КВ № 24400-14240Р від 16.04.2020 р.
Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України категорії Б у галузі природничих та аграрних наук (спеціальності 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин») відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3)

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту зрошуваного землеробства НААН (протокол № 20 від 15.11.2021 року).

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Головний редактор:**
**Вожегова Раїса Анатоліївна,** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН, Заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут зрошуваного землеробства НААН.

**Члени редакційної колегії:**
**Грановська Л.М.,** доктор економічних наук, професор (відповідальний секретар);
**Лавриненко Ю.О.,** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
**Базалій В.В.,** доктор сільськогосподарських наук, професор;
**Вожегов С.Г.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
**Жуйков О.Г.,** доктор сільськогосподарських наук, професор;
**Балашова Г.С.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
**Біляєва І.М.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
**Коковіхін С.В.,** доктор сільськогосподарських наук, професор;
**Марковська О.Є.,** доктор сільськогосподарських наук, професор;
**Khandakar Rafiq Islam,** доктор філософії, старший науковий співробітник, професор (Огайо, США);
**Сидоренко С.Г.,** кандидат сільськогосподарських наук;
**Лиховид П.В.,** кандидат сільськогосподарських наук;
**Мельник А.В.,** доктор сільськогосподарських наук;
**Стефан Петрзак,** доктор наук, професор (Рашин, Польща);
**Писаренко П.В.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
**Гашимов А.Д.,** доктор сільськогосподарських наук, професор (Азербайджан);
**Малярчук М.П.,** доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник;
**Кюрчев В.М.,** доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НААН;
**Пілярська О.О.,** кандидат сільськогосподарських наук;
**Власов В.В.,** доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН;
**Яковенко Р.В.,** кандидат сільськогосподарських наук;
**Вдовиченко Ю.В.,** доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

У журналі подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань аграрних наук та продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунтотворних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнології, економіці виробництва.

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Адреса редакційної колегії:
73483, м. Херсон, сел. Наддніпрянське,
Інститут зрошуваного землеробства НААН
Тел. (0552) 36-11-96
e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua
www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

ISSN 2709-4405

© Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України, 2021

## ЗМІСТ

**МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО**……5

**Бурикіна С.І., Цуркан О.І., Таранюк А.І.** Зміни кліматичних умов Причорноморського Степу та продуктивність пшениці озимої……5

**Залевський Р.А., Ільїнський Ю.М., Пасічник І.О., Іванцов П.Д.** Особливості балансу елементів живлення під хмеленасадженнями……15

**Каращук Г.В., Казанок О.О.** Урожай та якість зерна сортів ячменю озимого залежно від регуляторів росту рослин в умовах Південного Степу України……21

**Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В.** Особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році……26

**Ловинська В.М., Ситник С.А., Грицан Ю.І., Россихіна-Галича Г.С., Мамрак О.О., Піскоха В.М.** Якісні показники фітомаси крони дерев сосни звичайної Північностепової зони України……36

**Малюк Т.В., Козлова Л.В.** Ресурсозберігаюча технологія краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні……41

**Смірнова І.В.** Значення оптимізації живлення в ефективному використанні вологи пшеницею озимою в умовах Південного Степу України……47

**Сорока Л.В., Косенко Ю.Ю., Гнатюк Н.О.** Оцінка елементів екологічної конверсії виробництва товарної продукції пряно-смакових культур……53

**СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО**……57

**Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Біляєва І.М., Бойценюк Х.І.** Сортовий склад ефіроолійних культур, придатних для вирощування на Півдні України……57

**Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Оображій С.В., Діхтяренко В.М.** Особливості успадкування маси зерна головного колосу за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої……61

**Панфілова А.В., Корхова М.М.** Сортовипробування ячменю озимого в умовах Південного Степу України……69

**РЕЦЕНЗІЯ**……75

Фундаментальний внесок у теорію і практику оптимізації функціонування лучних еколого-біологічних систем в Україні……75

**СТОРІНКА ІСТОРІЇ**……77

Біографія доктора сільськогосподарських наук, професора Гусєва Миколи Гавриловича (1949–2021 рр.)……77

**ІНТЕРВ'Ю**……79

Інтерв’ю кандидатів с.-г. наук, старших наукових співробітників відділу селекції Інституту зрошуваного землеробства НААН Олени Тищенко та Андрія Тищенка……79

ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК……82

## CONTENTS

**MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE** ..... 5

**Burykina S.I., Tsurkan O.I., Taranyuk A.I.** Change in climatic conditions of the Black Sea Steppe and productivity of winter wheat ..... 5

**Zalevskiy R.A., Ilyinskiy U.M., Pasichnyk I.O., Ivantsov P.D.** The specifics of the balance of fertilizer elements under hop plantations ..... 15

**Karashchuk G.V., Kazanok O.O.** Productivity and grain quality of winter barley varieties depending on plant growth regulators under conditions of the Southern Steppe of Ukraine ..... 21

**Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V.** Features of the formation of the hydrochemical regime of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021 ..... 26

**Lovynska V.M., Sytnyk S.A., Grytsan Yu.I., Rossikhina-Galycha H.S., Mamrak O.O., Piskokha V.M.** Qualitative indicators of phytomass of the crown of pine trees of the Northern Steppe of Ukraine ..... 36

**Malyuk T.V., Kozlova L.V.** Drip irrigation resource-saving technology of intensive sweet cherry trees planting ..... 41

**Smirnova I.V.** The importance of nutrition optimization in the efficient use of moisture by winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine ..... 47

**Soroka L.V., Kosenko Yu.Yu., Hnatyuk N.O.** Estimation of elements of ecological conversion of production of marketable products of spicy-flavor cultures ..... 53

**BREEDING, SEED PRODUCTION** ..... 57

**Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Biliaieva I.M., Boitseniuk K.I.** Varietal composition of aromatic crops suitable for cultivation in the South of Ukraine ..... 57

**Lozinskyi M.V., Ustynova H.L., Obrazhii S.V., Dikhtiarenko V.M.** Features of inheritance of grain mass from the main ear and hybridization of different precocious varieties of soft winter wheat. ..... 61

**Panfilova A., Korkhova M.** Variety testing of winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine ..... 69

**REVIEW** ..... 75

A fundamental contribution to the theory and practice of optimization of the functioning of meadow ecological and biological systems in Ukraine ..... 75

**THE HISTORY PAGE** ..... 77

Biography of Doctor of Agricultural Sciences, Professor Husiev Mykola Havrylovych (1949-2021) ..... 77

**INTERVIEW** ..... 79

Interview with Olena Tyshchenko and Andrii Tyshchenko, Candidates of Agricultural Sciences, Senior Research Scientists at the Department of Selection of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine ..... 79

AUTHOR INDEX ..... 82

# МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО

УДК 630:551.5:633.11
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.1

## ЗМІНИ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ ПРИЧОРНОМОРСЬКОГО СТЕПУ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ

**БУРИКІНА С.І.** – кандидат сільськогосподарських наук,
*https://orcid.org/0000-0002-5197-6586*
Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України
**ЦУРКАН О.І.** – кандидат географічних наук
*https://orcid.org/0000-0002-7816-5425*
Одеський національний університет імені І.І. Мечнікова
**ТАРАНЮК А.І.** – науковий співробітник
*https://orcid.org/0000-0003-1597-9429*
Селекційно-генетичний інститут Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Зернові культури, особливо пшениця, відносяться до найважливіших культур України. Це підтверджується часткою у структурі посівних площ, обсягами загального виробництва зерна і часткою у світовій торгівлі. Наприклад, у структурі експортних надходжень України частка продукції сільськогосподарського виробництва досягає майже 40%, причому основу аграрного експорту на 55% становлять зернові: пшениця, кукурудза, ячмінь і соєві боби [1]. Міжнародні експерти відмічають зростання світового експорту пшениці протягом останніх двох десятиліть на 98 млн. тонн проти 23 млн. тонн у період із 1980 по 2000 рік [2]. На країни Чорного моря, до яких віднесли Україну, Росію і Казахстан, припадає близько половини загального приросту експорту пшениці, з них на Україну – 12% [3-5]. Статус-кво України на світовому ринку пшениці багато в чому залежить від спроможності аграрного сектору адаптуватися до змін погодних умов, адже кліматичні умови є одним із незамінних факторів стабільного зростання ефективності його виробництва.

Основний масив посівних площ пшениці озимої (58,8%) розташований у зоні Степу. У структурі посівних площ Причорноморського степу, зокрема Одеської області, озима пшениця посідає провідне місце, суттєво впливаючи на економіку області. Водночас у цьому регіоні спостерігаються найбільш різкі погодно-кліматичні зміни.

Дослідниками відмічається, що загалом у регіонах країни зміни клімату проявляються по-різному, мають різну швидкість, масштаб і напрямок, тому політика адаптації до цього повинна розроблятися з огляду на місцеві особливості та високу різноманітність наслідків кліматичних змін [6; 7]. Тому існує потреба у вивченні та аналізі особливостей їхнього прояву у кожному регіоні країни з метою розроблення як адаптаційних конкретних стратегій, так і окремих технологічних рішень під час вирощування сільськогосподарських культур.

**Аналіз останніх досліджень.** Глобальні зміни клімату призводять до змін агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур. Існує декілька сценаріїв цього процесу для різних зон країни [8; 9], відповідно до яких у зоні Південного степу складатимуться сприятливі умови для вирощування пшениці озимої, що призведе до підвищення її продуктивності у 1,2-1,4 рази. За висновками інших дослідників [10], плодотворність клімату Південного степу зменшуватиметься, недобір урожаю озимої пшениці може досягти 25-30%. Зокрема, аналіз зміни клімату у Херсонській області показав, що за останні 10 років середньорічна кількість опадів зменшилася на 71 мм, а температура зросла на 2,0°С і, за висновками авторів, це призведе до опустелювання території і зниження продуктивності агроценозів [11].

Дослідженнями в інших регіонах також відзначено вплив зміни агрокліматичних умов на ріст і розвиток рослин озимої пшениці, який проявляється у строках сівби, особливостях фітосанітарного стану та акумулюється у продуктивності посівів [12-14].

Для клімату Причорноморського степу притаманно природний дефіцит і надзвичайна нерівномірність випадання опадів. За середньорічної кількості опадів 478 мм інтервал коливань становить від 250 до 700 мм. Нестача опадів разом із високими температурами повітря зумовлює виникнення повітряних і ґрунтових посух, які у поєднанні значно знижують, а іноді практично знищують урожай, як це сталося у 2003, 2007, 2020 роках.

***Мета дослідження*** – узагальнення і практична оцінка змін агрокліматичних умов Причорноморського степу та їхнього впливу на продуктивність пшениці озимої.

**Матеріали і методи досліджень**. Під час визначення впливу погодних умов на урожайність пшениці озимої використані результати, отримані на основі довгострокового агрохімічного стаціонарного досліду Одеської ДСДС упродовж 1973-2021 років. Озима пшениця вирощувалася протягом шести ротацій польової сівозміни після таких попередників, як чорний пар, сидеральний пар, горох, кукурудза молочно-воскової стиглості (МВС), ріпак озимий та озима пшениця. Для

розрахунків приросту врожайності взято різницю між показником неудобреного варіанту і середнім показником за 16 варіантами систем удобрення. Окрім того, використовували результати інших відділів нашої установи та відділу насінництва Селекційно-генетичного інституту НЦНС НААН України.

Дослідження агрокліматичних умов вирощування пшениці озимої і тенденцій зміни клімату проводили за щоденними показниками спостережень метеопосту Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції (Одеська ДСДС) упродовж періоду 1970-2021 рр. (температура повітря, сума опадів, кількість днів із опадами, розподіл опадів за градаціями). Використовували також попередні наукові результати, як свої, так і інших науковців, а також відкриті ресурси різних метеорологічних джерел світу. Аномалії визначались як відхилення значень величини від норми, якою вважали багаторічне середнє значення за базовий період (1961-1990 роки). Середні за рік значення стосуються календарного року, середні показники за зимовий сезон містять показники грудня попереднього року, а показники за сільськогосподарський рік – із серпня попереднього року по липень наступного.

Задля оброблення вибірки показників використані статистичні методи, зокрема регресійний, кореляційний, дискримінантний аналізи та метод різницевих інтегральних кривих [15]. Нами розраховано і проаналізовано ряди осереднених значень добових температур повітря та атмосферних опадів за рік, вегетаційний період і за місяць. Моделі часових рядів розраховувалися методом найменших квадратів [16,17], які оцінювалися за коефіцієнтами детермінації ($R^2$). Статистичну суттєвість лінійних трендів оцінювали за t-критерієм Стьюдента [18], визначали ймовірність зміни того чи іншого показника за критеріями, рекомендованими МГЕЗК [19]: імовірність 99-100% ($p \leq 0,01$) – не викликає сумнівів; 90-99% ($0,01 < p \leq 0,10$) – дуже ймовірно; 66-90% ($0,10 < p \leq 0,34$) – імовірно; 33-66% ($0,34 < p \leq 0,67$) – так само ймовірно, як і ні; 10-33% ($0,67 < p \leq 0,90$) – малоймовірно; 1-10% ($0,90 < p \leq 0,99$) – дуже малоймовірно та 0-1 % ( $p > 0,99$) – виключно малоймовірно.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Раніше проведений нами аналіз кліматичних показників [20] показав наявність на території Причорноморського Степу, починаючи з 1999 року, тривалого періоду потепління (рис. 1а). За весь цикл проведення аналізу ми виділили два періоди формування температури повітря (T,°C): I період (1970–1998 рр.) – стабільне циклічне формування ($\overline{T}$ =9,9°C); II період (1999–2020 рр.) – позитивне трендоциклічне формування ($\overline{T}$ =11,9°C) (рис. 1а); загалом за період 1970-2020 рр. середньорічна температура повітря становила 10,7°C. Отже, впродовж 1999-2020 рр. середньорічна температура зросла на 1,2°C.

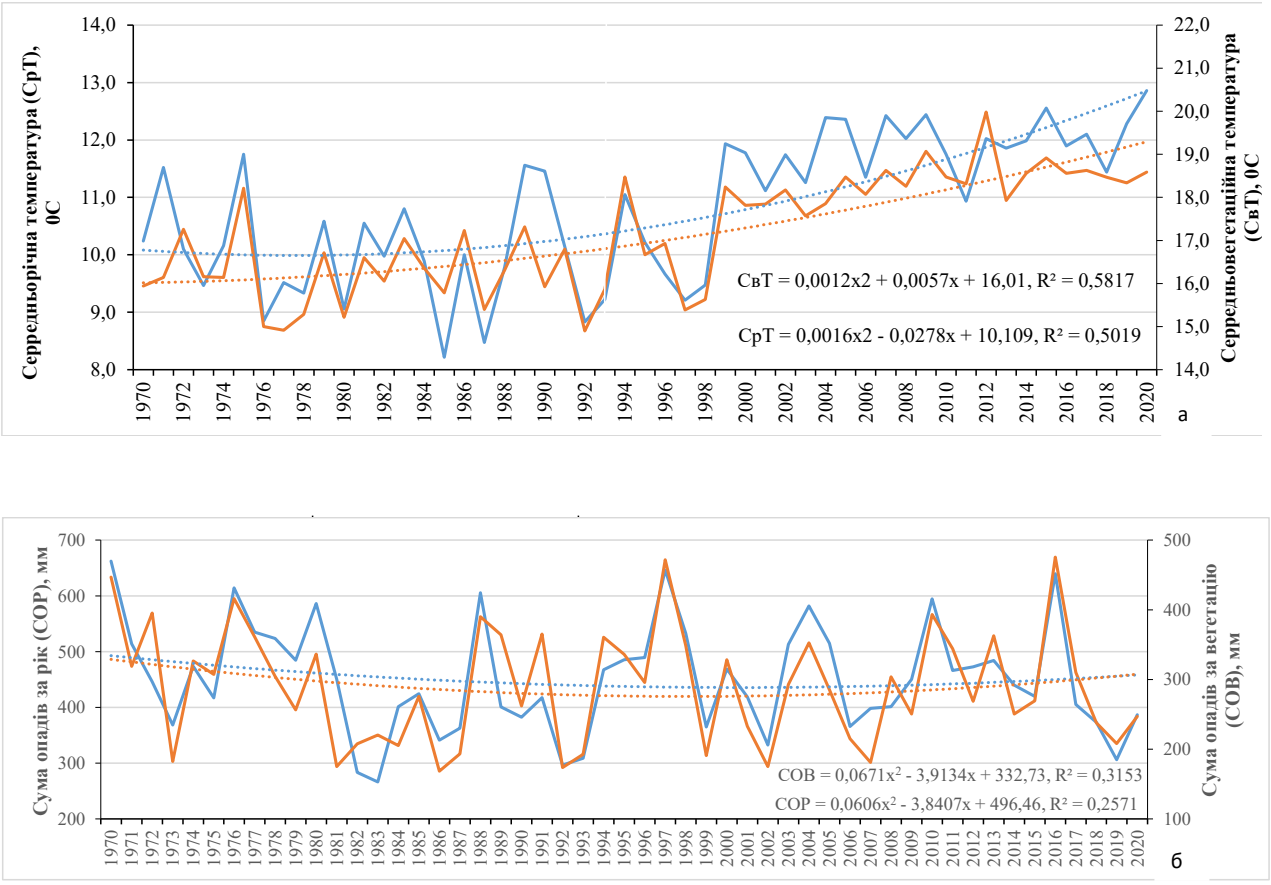



***Рис. 1. Багаторічна динаміка температури повітря (а) та атмосферних опадів (б) (метеопост Одеської ДСДС 1970–2020 рр.) [20]***

Щорічно, починаючи із 2000 року, середня температура повітря на території Одеської області була стабільно вищою за кліматичну норму, її аномалії сягали від 0,8°С до 2,7°С (рис. 2). Таке явище відмічалося кліматологами і на всій території України [21].

Середні показники температурного режиму за рік формуються на основі середньомісячних температур. Майже всі місяці календарного року (рис. 3), починаючи із 2000 року, характеризуються відхиленням у бік зростання порівняно із кліматичною нормою. Найбільші відхилення від норми відмічені у лютому та у весняні і літні місяці. У період 1970-1998 рр. спостерігалося незначне підвищення температури з III по VIII місяці. Слід відмітити, що середня температура січня за 51-річний період зросла із (-2,1°С) у 1970–1987 рр. до (-0,8°С) у 1988–2020 рр., а середня температура липня – із 21,5 до 23,7°С.

У період багаторічних спостережень за сумою річних опадів (О) норма становила 456,8 мм (рис. 1 б). Нами [20] раніше виділено три основні циклічні часові періоди формування: I період (1970-1980 рр.) – це період значних максимальних варіаційних відхилень на початку періоду і від'ємного трендового складника на кінець періоду, у більшості випадків (73%) значень, вищих за норму ($\overline{O}$ = 511,3 мм, max *O* = 662,2 мм, min *O* = 368,3 мм); II період (1981-1993 рр.) – це період із негативним трендовим складником у більшості значень (75%), нижчих за норму ($\overline{O}$ = 384,8 мм, max *O* =605,6 мм, min *O* =266,4 мм); III період (1994-2020 рр.) – період незначної стабілізації опадів у 56% показників, вищих за норму і позитивним трендовим складником на кінець періоду ($\overline{O}$ = 454,6 мм, max *O* = 646,4 мм, min *O* = 332,3 мм).

Суттєвих змін у кількості опадів відносно кліматичної норми не відбувається, простежується лише перерозподіл кількості опадів окремими місяцями та сезонами. Така ж сама закономірність простежується і в межах України [22]. За даними діаграми (рис. 4), виявлено позитивний тренд кількості опадів за добу дощового періоду. Проте аналіз кількості днів із опадами показав їхнє різке зменшення за останні 29 років із 86,2 діб (1970–1992 рр.) до 61,5 діб (1993–2020 рр.).

Статистичний аналіз опадів і їхньої якості за вегетацію озимої пшениці протягом 51-річного циклу спостережень представлений у таблиці 1. Середня кількість опадів за вегетацію становила 450,8 мм із імовірністю 70,6%. Середня кількість днів із опадами

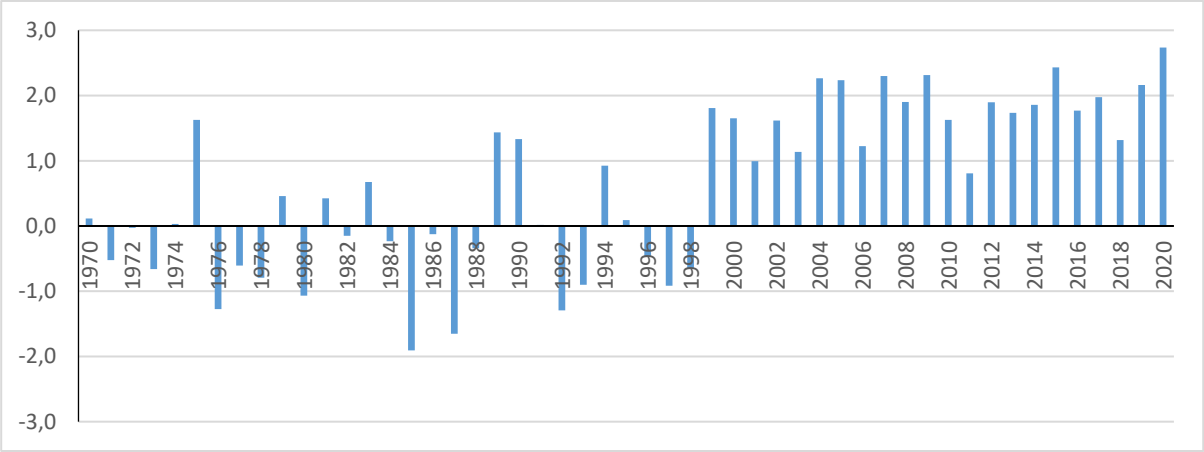



***Рис. 2. Аномалії середньорічної температури повітря у Причорноморському степу за період 1970–2020 рр. відносно кліматичної норми (1961–1990 рр.)***

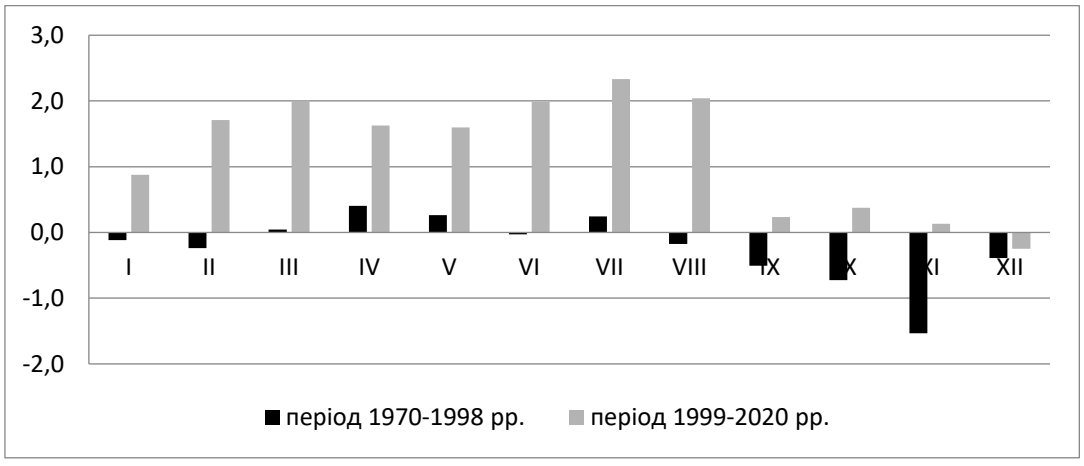


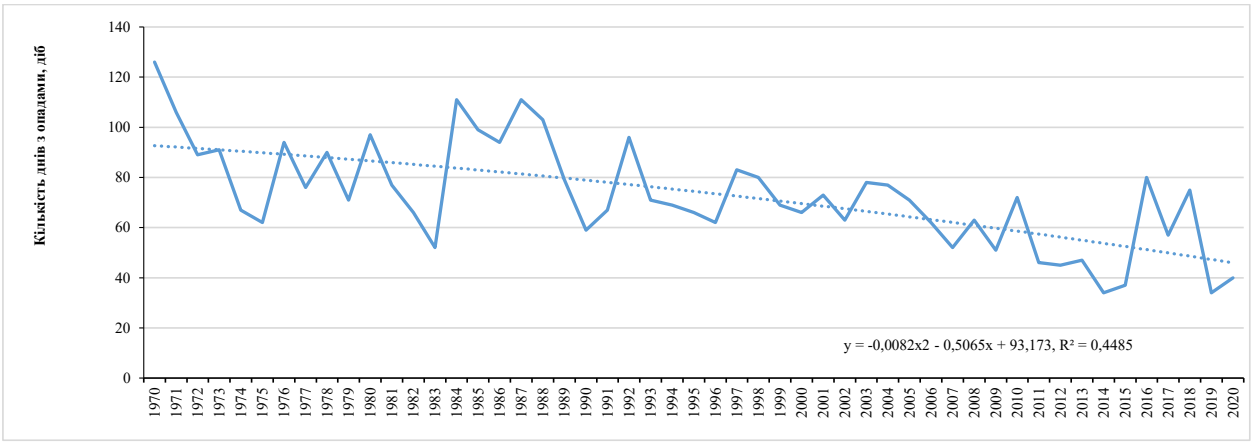

***Рис. 3. Аномалії середньомісячних температур повітря (°С) відносно кліматичної норми 1961–1990 рр. (Одеська ДСДС)***

та їхній розподіл за градаціями мали високий ступінь достовірності.

Непродуктивні опади, коли одноразово випадало менш ніж 5 мм дощу, у середньому від їхньої суми становили 59,4%, від 5 до 19,9 мм – 34,3%, більш ніж 20 мм – 6,3%, зокрема більш ніж 50 мм – менше одного відсотка (0,9%).

Водночас асиметрія, що характеризує щільність розподілу відносно його середнього значення, має здебільшого невеликі показники, окрім значень кількості опадів більше 20 і 50 мм та кількості опадів за добу дощового періоду. Додатна асиметрія у розподілі цих показників за роками свідчить про розширення її правої гілки, тобто їхні числові значення збільшуються з роками.

Систематизація та оцінка вологозабезпеченості вегетаційного циклу пшениці озимої за десятиріччями (рис. 5) дозволили більш чітко виявити тенденції змін, які відбуваються. Зокрема, середня десятирічна кіль-



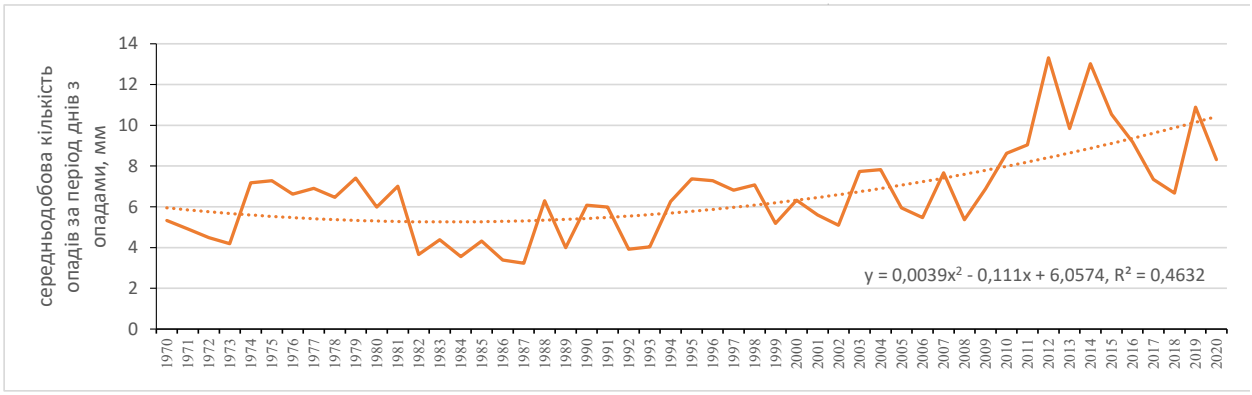




***Рис. 4. Багаторічна динаміка кількості днів із опадами (а) і середньодобової кількості опадів за період днів із опадами (б) (за даними метеопоста Одеської ДСДС,1970–2020 рр.)***

Таблиця 1

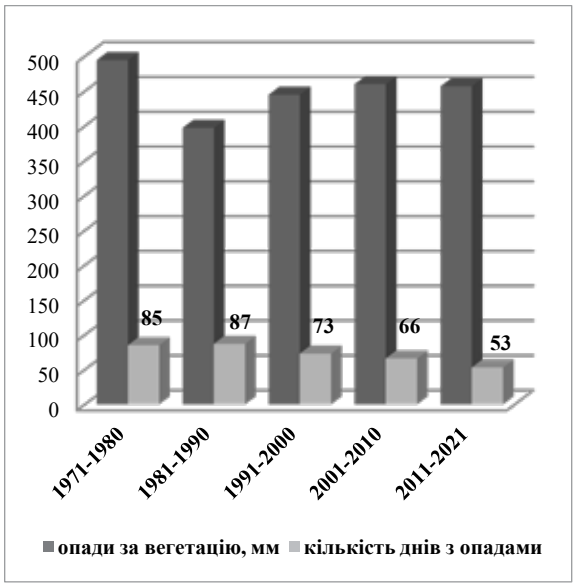
**Результати статистичного аналізу вологозабезпеченості вегетаційного періоду пшениці озимої (1971-2021 рр.)**

| Показник | | Опади всього, мм | Кількість днів із опадами, всього | Дні за градаціями опадів, у % від загальної кількості | | | | | | мм/добу |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | <1 мм | 1-4,9мм | 5,0-9,9мм | 10,0-19,9 | ≥20 мм | ≥50 мм | |
| Середнє значення | | 450,8 | 72,1 | 21,4 | 38,0 | 20,8 | 13,5 | 5,4 | 0,9 | 6,65 |
| Мінімальне значення | | 232,5 | 30 | 0 | 20,8 | 6,2 | 4,9 | 0 | 0 | 3,1 |
| Максимальне значення | | 671,1 | 111 | 56,1 | 58,6 | 38,3 | 28,9 | 24,0 | 5,3 | 17,65 |
| Стандартна похибка | | 14,6 | 2,7 | 1,9 | 1,2 | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,16 | 0,37 |
| Стандартне відхилення | | 104,6 | 19,4 | 13,3 | 8,7 | 7,6 | 5,6 | 4,1 | 1,14 | 2,63 |
| Ексцес | | -0,38 | -0,14 | -0,29 | -0,02 | 0,01 | -0,24 | 7,09 | 3,21 | 6,6 |
| Асиметрія | | 0,02 | -0,08 | 0,41 | -0,06 | 0,61 | 0,47 | 2,11 | 1,54 | 2,1 |
| Рівень ймовірності | % | 70,6 | 81,2 | 89,1 | 97,5 | 94,1 | 95,9 | 97,8 | 99,5 | 99,3 |
| | ступінь | ймовірно | | | дуже ймовірно | | | | | |

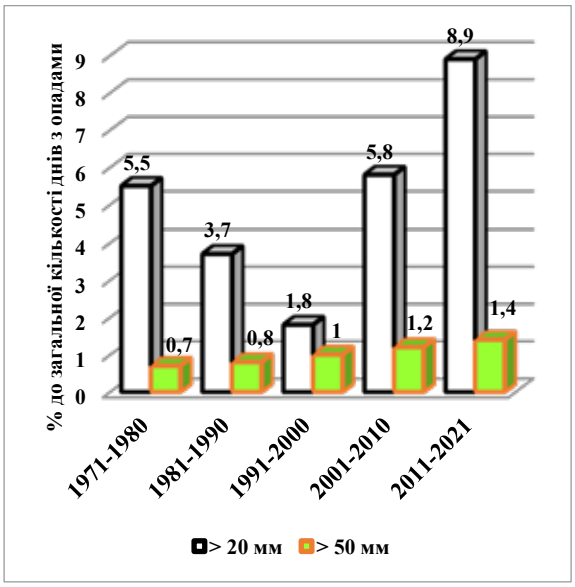
кість опадів коливалась у досить вузькому інтервалі – від 494,5 мм до 457,0 мм, а загальна кількість дощових днів на початку XXI століття зменшилася на 20 днів і за останній 10-тирічний період становила всього 53 дні (рис. 5а).

Помітно зменшилася частка днів із опадами у кількості менш ніж 1 мм: із 25,3% (1971–1980 рр.) до 7,8% (2011–2021 рр.); частка опадів у кількості від 1 до 5 мм залишилася практично на одному рівні (39,4-38,2%) із невеликими коливаннями. Відсоток днів із опадами у кількості 5-9,9 мм і 10-19,9 мм зріс протягом останнього з аналізованих періодів до 25,5% та 18,7% відповідно проти 16,0% та 13,1%. На тлі різкого зменшення кількості днів із опадами протягом вегетаційного періоду зросла частка днів, коли одноразово випадало більш ніж 20 мм (із 5,5 до 8,9%) і більш ніж 50 мм (із 0,7 % до 1,4 %).

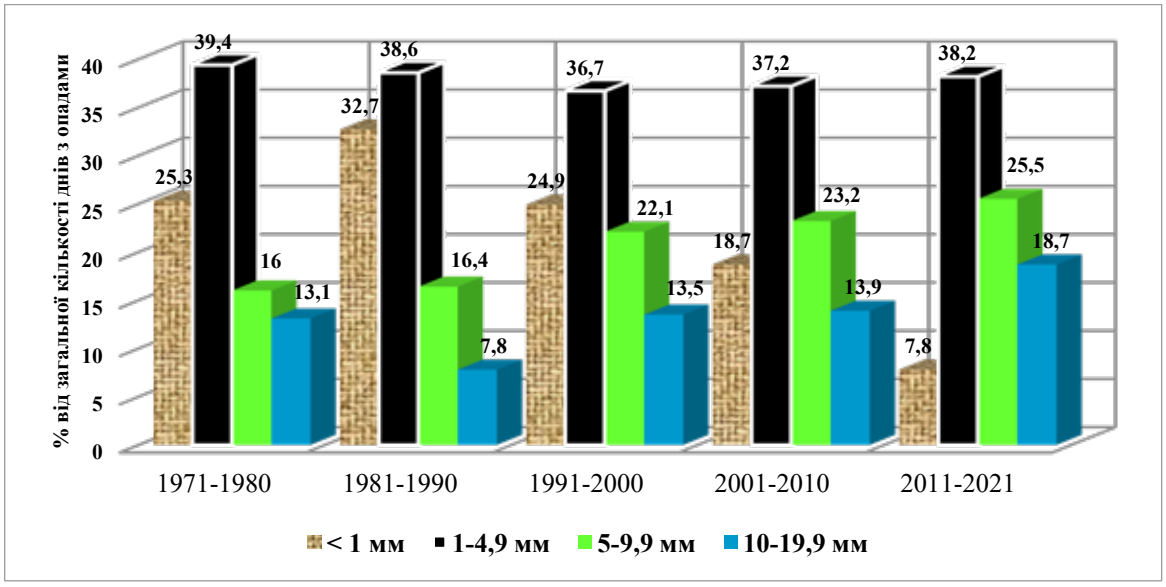
Починаючи із 2000 року, протягом більшої частини років (20 із 22-х, або 91%) період вегетації озимої пшениці тривав від 70 до 38 днів із опадами (табл. 2), серед яких частка днів із опадами кількістю до 5,0 мм становила від 58,5 до 39,1%, тоді як до цього кількість дощових днів перевищувала 70 і досягала 107 днів протягом 26 із 29 років (89,7%), а їхня частка із кількістю опадів до 5 мм коливалась у межах від 73,3 до 80,8%. Систематизацію та оцінку розподілу опадів за фазами росту і розвитку пшениці озимої у контексті змін агрокліматичних умов буде представлено у наступних матеріалах.




а)




б)




в)

***Рис. 5. Аналіз кількості і структури опадів за десятиріччями вегетаційних періодів пшениці озимої***

Рівень урожайності пшениці озимої за її вирощування без внесення добрив мав високу ступінь залежності від кількості днів із опадами: коефіцієнт детермінації дорівнював 0,98 (рис. 6). Водночас приріст виходу зерна у разі удобрення показав обернену залежність середнього ступеня від цього показника (r = -0,56) (табл. 3), тобто чим більше дощових днів у період вегетації, тим меншим є приріст урожаю зерна відносно контролю без добрив. Величина приросту врожаю коливалась у широкому діапазоні – від 2,8 ц/га до 13,0 ц/га.

Кореляційний аналіз (табл. 3) підтвердив основні тенденції впливу метеорологічного фактору на продуктивність посівів пшениці озимої і формування величини приросту урожаю зерна під дією добрив. Нами виявлена наявність оберненого зв'язку між приростом урожаю і часткою днів із непродуктивними (до 5 мм)

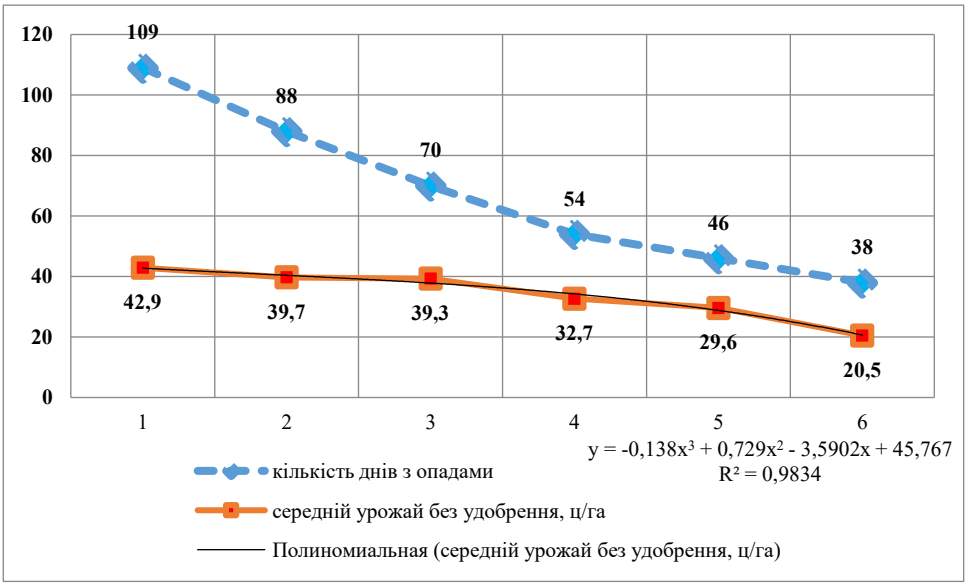



***Рис. 6. Урожайність пшениці озимої на варіанті без удобрення і загальна кількість дощових днів у період вегетації рослин***

Таблиця 2

**Структура років за характеристикою режиму опадів протягом вегетації пшениці озимої**

| 1971-1999 n=29 | | 2000-2021 n=22 | | Опади всього, мм | К-сть днів із опадами, всього | Дні за градаціями опадів, у % від загальної кількості | | | | | | мм/добу дощового періоду |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| кіль-кість | %* | кіль-кість | %* | | | <1 мм | 1-4,9мм | 5,0-9,9мм | 10,0-19,9 | ≥20 мм | ≥50 мм | |
| 5 | 9,8 | 0 | 0 | 457,4 | 107 | 41,3 | 32,0 | 14,3 | 9,2 | 2,5 | 0,7 | 4,6 |
| 9 | 17,7 | 1 | 2,0 | 514,4 | 84 | 25,2 | 36,5 | 17,4 | 14,8 | 5,4 | 0,6 | 6,0 |
| 3 | 5,9 | 1 | 2,0 | 340,9 | 88 | 41,1 | 39,7 | 13,9 | 7,7 | 2,3 | 0 | 4,9 |
| 9 | 17,6 | 11 | 21,6 | 470,1 | 70 | 17,0 | 41,5 | 21,1 | 13,9 | 5,5 | 1,0 | 6,7 |
| 3 | 5,9 | 3 | 5,9 | 420,5 | 54 | 14,9 | 36,9 | 25,6 | 14,7 | 6,9 | 1,0 | 7,9 |
| 0 | 0 | 6 | 11,6 | 378,9 | 38 | 6,1 | 33,0 | 31,2 | 19,2 | 8,7 | 1,8 | 9,4 |

- *% від загальної суми вибірки (51 рік)*

Таблиця 3

**Парні коефіцієнти кореляції між приростом урожаю зерна пшениці озимої і показниками вологозабезпеченості вегетаційного періоду**

| Показник | r | $r^2$ |
|---|---|---|
| Приріст урожаю-опади за вегетацію | 0,64 | 0,410 |
| Приріст урожаю-кількість днів із опадами | -0,56 | 0,314 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами <1 мм | -0,61 | 0,372 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами 1-4,9 мм | -0,72 | 0,518 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами 5-9,9 мм | 0,56 | 0,314 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами 10-19,9 мм | 0,76 | 0,578 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами ≥20 мм | 0,73 | 0,533 |
| Приріст урожаю – % днів із опадами ≥50 мм | 0,76 | 0,578 |
| Приріст урожаю – мм/добу | 0,80 | 0,640 |

Таблиця 4

**Динаміка запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на посівах озимої пшениці**

| Шар ґрунту, см | 02.10. 2020 | 04.11.2020 | 15.03.2021 | 01.04.2021 | 22.04. 2021 р | 08.06.2021 | 30.06. 2021 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0-10 | 0 | 0 | 15,4 | 16,0 | 15,6 | 14,0 | 7,9 |
| 0-20 | 0 | 1,4 | 30,7 | 32,6 | 31,8 | 28,9 | 16,2 |
| 0-50 | 0,8 | 9,0 | 70,6 | 74,1 | 70,7 | 65,3 | 27,7 |
| 0-100 | 2,0 | 12,0 | 130,1 | 139,0 | 131,7 | 122,5 | 48,9 |

опадами (r=-0,72) та прямого зв'язку – із кількістю днів, коли одноразово випадає більш ніж 10 мм (r=0,73-0,76). Результат факторного аналізу показав, що внесок природної родючості у формування приросту врожаю пшениці озимої в умовах Причорноморського степу становить 13,7%, добрив – 52,1%, а частка комплексного впливу погодних умов коливається від 25,1до 30,9%.

Опади і температурний режим визначають запаси продуктивної вологи ґрунту, які значною мірою впливають на продуктивність рослин. У зоні Причорноморського степу на тлі кліматичних змін спостерігається зниження вологості ґрунту, особливо у період посіву озимини і відновлення вегетації до початку наливу зерна. Як показали наші спостереження, за останні 10-15 років запаси вологи у метровому шарі ґрунту досягають задовільного для чорноземів рівня (147-155 мм) лише за весняного відновлення вегетації, а вже у період виходу у трубку вони здебільшого знаходяться в інтервалі від 31 мм до 112 мм, що відповідає критичному і недостатньому рівню [23]. Наприклад, зазначена динаміка запасів продуктивної вологи спостерігалася на посівах озимини 2020-2021 сільськогосподарського року, коли весь осінній період як в орному (0-20 см), так і в метровому шарі були практично «мертвими» запаси вологи, тому повні сходи пшениці отримано лише у січні. Упродовж усіх інших фаз розвитку вони також не досягали рівня задовільного вмісту.

Така ситуація спостерігалась і впродовж більшості попередніх років із прогнозованою аридизацією клімату півдня країни, що загрожує згубними наслідками для аграріїв у разі відсутності зрошення.

**Висновки та перспективи подальших досліджень**. Зміни клімату притаманні усій планеті, відбуваються і в Причорноморському степу, зокрема в Одеській області. Протягом останніх десятиріч у регіоні суттєво змінився термічний режим і режим зволоження, а також характеристика опадів за їхніми градаціями як за календарним роком, так і за періодом вегетації озимини:

– щорічно, починаючи із XXI століття, середня температура повітря на території Одеської області була стабільно вищою за кліматичну норму, її відхилення коливається в інтервалі від 0,8°С до 2,7°С; найбільші відхилення відмічені у січні та липні: середня температура січня за 51-річний період зросла на 1,3°С, липня – на 2,2°С;

– за період спостережень середньорічна кількість опадів ($\overline{O}$) становила 456,8 мм, а середня за вегетацію озимої пшениці – 450,8 мм із імовірністю 70,6%;

– за останні 20 років не відбувається суттєвих змін у кількості опадів відносно кліматичної норми, але простежується перерозподіл кількості опадів в окремі місяці та сезони; зменшується кількість днів із опадами у середньому до 61,5 днів, а за останні 10 років – до 53 днів (проти 85 днів за вегетацію озимини у 1971–1980 роках, або проти середніх 86,2 діб за календарні 1970-1992 роки);

– у період вегетації озимої пшениці помітно змінилася характеристика опадів за їхніми градаціями: у середньому за 2011-2021 роки частка днів із опадами у кількості менш ніж 1 мм зменшилася з 25,3% (1971-1980 рр.) до 7,8%; частка днів із опадами у кількості від 1 до 5 мм залишилася практично на одному рівні (39,4-38,2%); відсоток днів із опадами у кількості 5-9,9 мм і 10-19,9 мм зріс у 1,6 та 1,4 рази відповідно; частка днів, коли одноразово випало більш ніж 20 мм, зросла у 1,6 рази, а більш ніж 50 мм – удвічі;

– продуктивність пшениці озимої за її вирощування без добрив значно залежала від кількості днів із опадами ($r^2$= 0,98), а на фоні добрив показала середній рівень залежності ($r^2$= 0,68), водночас величина приросту урожаю зерна за використання добрив мала обернену залежність середнього ступеня (r= -0,56): чим більше дощових днів у період вегетації, тим меншим є приріст відносно контролю без добрив.

Подальші дослідження спрямовуватимуться на більш детальне вивчення тенденцій розподілу теплових ресурсів, кліматології опадів і формування водного режиму ґрунту за фазами росту і розвитку пшениці озимої, їхнього впливу на її продуктивність. Результати, отримані на основі систематизації та аналізу довгострокових спостережень, дозволять зробити локальні прогнозні оцінки, які можуть використовуватися для розроблення системи ефективних адаптаційних заходів зі стабілізації виробництва основної зернової культури півдня України та загалом для розроблення регіональних планів із адаптації до змін клімату.

Але слід відмітити, що розширення ареалу дослідження шляхом залучення показників спостережень усіх метеостанцій і метеопунктів Причорноморського або Південного степу, або навіть тільки Одеської, Миколаївської та Херсонської областей дозволить отримати більш повне уявлення і поняття про те, до чого готуватися аграріям цього регіону у наближеному майбутньому.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Дашутіна Л.О. Розвиток зовнішньоторговельних перспектив агропромислового комплексу України в контексті євроінтеграції – Підприємництво в аграрній сфері: глобальні виклики та ефективний менеджмент. Матеріали І Міжнародної наук.-практ. конф. (Запоріжжя, 12-13 лютого 2020 року) Запоріжжя, ЗНУ 2020. Частина І. С. 114-117.

2. USDA PSD Online. USDA Foreign Agricultural Service. Online Database. Available online: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home (accessed on 1 September 2021).
3. Miranda Svanidze and Ivan Đuri´c. Global Wheat Market Dynamics: What Is the Role of the EU and the Black Sea Wheat Exporters? *Agriculture*. 2021. No11. P. 799. https://doi.org/10.3390/agriculture11080799.
4. Götz L., Djuric I., Glauben T. Wheat export restrictions in Kazakhstan, Russia and Ukraine: Impact on prices along the wheatto-bread supply chain. *Agricultural Market Economies*. 2015. Chapter 19. P. 191-203.
5. Götz L., Qui F., Jean-Philippe G., Glauben T. Export restrictions and smooth transition cointegration: Export quotas for wheat in Ukraine. *J. Agric. Econ*. 2016. Vol. 67. P. 398-419.
6. Балабух В. Регіональні прояви глобальної зміни клімату в Тернопільській області та можливі їх зміни до середини XXI ст. URL: https://www.researchgate.net/publication/272477883.
7. Шлапак М. Політика з адаптації сільського господарства до змін клімату: міжнародний досвід і можливості для України. Київ, 2019. 38 с.
8. Кульбіда М.І. Агрометеорологічні умови і продуктивність озимої пшениці при зміні клімату в Україні: автореф. дис. … канд. геогр. наук: 11.00.09. Одеса, 2003. 21 с.
9. Польовий А.М., Кульбіда М.І., Адаменко Т.І., Трофімова І.В. Моделювання впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування та фотосинтетичну продуктивність озимої пшениці в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2007. № 2. С. 76-91.
10. Балабух В.О., Однолєток Л.П., Кривошеїн О.О. Вплив змін клімату на продуктивність озимої пшениці в Україні у періоди вегетаційного циклу. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2017. № 3(46). С. 72-85.
11. Вожегова Р.А., Нетіс І.Т., Онуфран Л.І., Сахацький Г.І. Зміна клімату та проблеми аридизації Південного степу України. *Аграрні інновації*. 2021. № 7. С. 16-20.
12. Хахула В.С. Вплив агрометеорологічних умов на ріст і розвиток пшениці озимої. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2014. Випуск 85. С. 102-111.
13. Лукащук Л.Я. Вплив зміни клімату на продуктивність пшениці озимої залежно від строків сівби. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія».* 2012. Випуск 9 (24). С. 91-94.
14. Петренкова В.П., Лучна І.С., Боровська І.Ю. Залежність фіто санітарного стану посівів пшениці озимої від погодних умов. *Вісник Центру наукового забезпечення агропромислового виробництва Харківської області*. Науково-виробничий збірник. Харків, 2016. Випуск 20. С. 60-68.
15. Морозов В.В., Безніцька Н.В., Мельничук С.І. Класифікація забезпеченості років атмосферними опадами в сухостеповій зоні України. *Еколого-орієнтоване управління водними та земельними ресурсами*: матер. Всеукр. наук. – практ. конф. молодих вчених, м. Херсон, 16-18 травня 2012 р. Херсон: Колос, 2012. С. 53-56.
16. Айвазян *С.А.,* Мхитарян В. Прикладная статистика и основы эконометрики. Москва: ЮНИТИ, 2001. 1022 с.
17. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. Москва: Мир, 1976. 757 с.
18. Закс. Л. Статистическое оценивание. Москва: Статистка, 1976. 599 с.
19. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers. P. 28. URL:http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf
20. Бурикіна.С.І., Цуркан О.І. Тенденції сучасної зміни агрокліматичної ситуації на території степової чорноземної зони Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. Херсон: Видавничий дім «Гельветика», 2020. Вип. 111. С. 29-43.
21. Балабух В.О., Лавриненко О.М. Особливості термічного режиму 2013 року в Україні. *Український гідрометеорологічний журнал*. Одеса:вид-во ПП «ТЕС», 2014. № 14. С. 30-46.
22. Кульбіда М.І., Єлістратова Л.О., Барабаш М.Б. Сучасний стан клімату України. *Проблеми охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки.* 2013. Випуск 35. С. 118-130.URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2013_35_14.
23. Ткаченко Т.Г. Агрометеорологія: навч. посібник. Харків : ХНАУ, 2015. 268 с.

**REFERENCES:**

1. Dashutina L.O. (2020) Rozvytok zovnishnotorhovelnykh perspektyv ahropromyslovoho kompleksu Ukrainy v konteksti yevrointehratsii – Pidpryiemnytstvo v ahrarnii sferi: hlobalni vyklyky ta efektyvnyi menedzhment [Development of foreign trade prospects of the agro – industrial complex of Ukraine in the context of European integration-entrepreneurship in the agricultural sector: global challenges and effective management]. Materialy I Mizhnarodnoi nauk. – prakt. konf. (Zaporizhzhia, 12-13 liutoho 2020 roku) – Materials and international scientific practice. conf. (Zaporozhye, February 12-13, 2020) Zaporizhzhia, ZNU, I, 114-117 [in Ukrainian].
2. USDA PSD Online. USDA Foreign Agricultural Service. Online Database. Available online: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/home (accessed on 1 September 2021)
3. Miranda Svanidze and Ivan Đuri´c. (2021) Global Wheat Market Dynamics: What Is the Role of the EU and the Black Sea Wheat Exporters? *Agriculture.* No 11. P. 799. https://doi.org/10.3390/agriculture11080799
4. Götz L., Djuric I., Glauben T. (2015) Wheat export restrictions in Kazakhstan, Russia and Ukraine: Impact on prices along the wheatto-bread supply chain. *Agricultural Market Economies*. Wallingford, UK, 19. 191–203 [in English].
5. Götz L., Qui F., Jean-Philippe G., Glauben T. (2016) Export restrictions and smooth transition cointegration: Export quotas for wheat in Ukraine. *J. Agric. Econ*. Vol. 67. P. 398–419
6. Balabukh V. Rehionalni proiavy hlobalnoi zminy klimatu v Ternopilskii oblasti ta mozhlyvi yikh zminy do seredyny XXI st. [Regional manifestations of global climate change in the Ternopil region and their possible changes by the middle of the XXI century] URL: https://www.researchgate.net/publication/272477883 [in Ukrainian].
7. Shlapak M. (2019) Polityka z adaptatsii silskoho hospodarstva do zmin klimatu: mizhnarodnyi dosvid i mozh-

lyvosti dlia Ukrainy [Policy on agricultural adaptation to climate change: international experience and opportunities for Ukraine]. Kyiv,38 [in Ukrainian].
8. Kulbida M.I. (2003) Ahrometeorolohichni umovy i produktyvnist ozymoi pshenytsi pry zmini klimatu v Ukraini [Agrometeorological conditions and productivity of winter wheat under climate change in Ukraine]: avtoref. dys. … kand. heohr. nauk: 11.00.09. – abstract of the dissertation кан cand. geogr. science: 11.00.09. Odesa, 21 [in Ukrainian].
9. Polovyi A.M., Kulbida M.I., Adamenko T.I., Trofimova I.V. (2007) Modeliuvannia vplyvu zmin klimatu na ahroklimatychni umovy vyroshchuvannia ta fotosyntetychnu produktyvnist ozymoi pshenytsi v Ukraini [Modeling the impact of climate change on agroclimatic growing conditions and photosynthetic productivity of winter wheat in Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal* : Naukovyi zhurnal – *Ukrainian hydrometeorological journal:* Scientific Journal, 2, 76-91 [in Ukrainian].
10. Balabukh V.O., Odnolietok L.P., Kryvoshein O.O. (2017) Vplyv zmin klimatu na produktyvnist ozymoi pshenytsi v Ukraini u periody vehetatsiinoho tsyklu [Impact of climate change on winter wheat productivity in Ukraine during the growing season]. *Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia – Hydrology, Hydrochemistry and hydroecology*, 3(46), 72-85 [in Ukrainian].
11. Vozhehova R.A., Netis I.T., Onufran L.I., Sakhatskyi H.I. (2021) Zmina klimatu ta problemy yurydyzatsii Pivdennoho stepu Ukrainy [Climate change and aridization of the Southern Steppe of Ukraine]. *Ahrarni innovatsii* – Agricultural innovations,7, 16-20 [in Ukrainian].
12. Khakhula V.S. (2014) Vplyv ahrometeorolohichnykh umov na rist i rozvytok pshenytsi ozymoi [Influence of agrometeorological conditions on the growth and development of winter wheat]. *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva – Collection of scientific works of Uman National University of horticulture,* 85,102-111 [in Ukrainian].
13. Lukashchuk L.Ia. (2012) Vplyv zminy klimatu na produktyvnist pshenytsi ozymoi zalezhno vid strokiv sivby [The impact of climate change on the productivity of winter wheat depending on the time of sowing The impact of climate change on the productivity of winter wheat depending on the time of sowing]. *Visnyk Sumskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu*. Seriia «Ahronomiia i biolohiia» – *Bulletin of Sumy National Agrarian University. Series "Agronomy and biology"*, 9 (24), 91-94 [in Ukrainian].
14. Petrenkova V.P., Luchna I.S., Borovska I.Iu. (2016) Zalezhnist fito sanitarnoho stanu posiviv pshenytsi ozymoi vid pohodnykh umov [Dependence of the phyto-sanitary condition of winter wheat crops on weather conditions]. *Visnyk Tsentru naukovoho zabezpechennia ahropromyslovoho vyrobnytstva Kharkivskoi oblasti*. Naukovo-vyrobnychyi zbirnyk – *Bulletin of the Center for scientific support of agro-industrial production of the Kharkiv region. Scientific and production collection*, Kharkiv, 20, 60-68 [in Ukrainian].
15. Morozov V.V., Beznitska N.V., Melnychuk S.I. (2012) Klasyfikatsiia zabezpechenosti rokiv atmosfernymy opadamy v sukhostepovii zoni Ukrainy. Ekoloho-oriientovane upravlinnia vodnymy ta zemelnymy resursamy [Classification of atmospheric precipitation availability in the dry-steppe zone of Ukraine. Environmental-oriented management of water and land resources]: mater. Vseukr. nauk. – prakt. konf. molodykh vchenykh, m. Kherson, 16-18 travnia 2012 r. – *mater. All-Ukrainian science-practice. conf. young scientists, Kherson, May 16-18, 2012,* Kherson: Kolos, 53-56 [in Ukrainian].
16. Aivazian S.A., Mkhytarian V. (2001) Prykladnaia statystyka y osnovы ekonometryky [Applied statistics and fundamentals of econometrics]. Moskva: YuNYTY, 1022 [in Russian].
17. Anderson T. (1976) Ctatystycheskyi analyz vremennыkh riadov [Statistical analysis of time series]. Moskva: Myr, 757 [in Russian].
18. Zaks. L. (1976) Statystycheskoe otsenyvanye [Statistical evaluation]. Moskva: Statystka, 599 [in Russian].
19. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. IPCC Working Group I Contribution to AR5: Approved Summary for Policymakers, 28. URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf
20. Burykina.S.I., Tsurkan O.I. (2020) Tendentsii suchasnoi zminy ahroklimatychnoi sytuatsii na terytorii stepovoi chornozemnoi zony Pivdnia Ukrainy [Trends of modern changes in the agroclimatic situation in the steppe chernozem zone of southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Tavrichesky scientific bulletin,* Kherson: Vydavnychyi dim «Helvetyka», 111, 29-43 [in Ukrainian].
21. Balabukh V.O., Lavrynenko O.M. (2014) Osoblyvosti termichnoho rezhymu 2013 roku v Ukraini [Features of the thermal regime of 2013 in Ukraine]. *Ukrainskyi hidrometeorolohichnyi zhurnal*:Naukovyi zhurnal – *Ukrainian hydrometeorological journal: Scientific Journal*. Odesa:vyd-vo PP «TES», 14, 30-46 [in Ukrainian].
22. Kulbida M.I., Yelistratova L.O., Barabash M.B. (2013) Suchasnyi stan klimatu Ukrainy [Current state of the climate in Ukraine]. *Problemy okhorony navkolyshnoho seredovyshcha ta ekolohichnoi bezpeky – Problems of Environmental Protection and environmental safety,* 35, 118-130.URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Ponp_2013_35_14 [in Ukrainian].
23. Tkachenko T.H. (2015) Ahrometeorolohiia [Agrometeorology]: navch. Posibnyk – educational. manual. Kharkiv : KhNAU, 268 [in Ukrainian].

**Бурикіна С.І., Цуркан О.І., Таранюк А.І. Зміна кліматичних умов Причорноморського степу та продуктивність пшениці озимої**

**Мета дослідження** – узагальнення і практична оцінка змін агрокліматичних умов Причорноморського степу та їхнього впливу на продуктивність пшениці озимої. **Методи досліджень** – використання масиву показників спостережень метеопосту і польового довгострокового досліду з добривами; статистичні методи обробітку інформації.

**Результати.** Систематизація та аналіз показників клімату Причорноморського степу на прикладі Одеської області у період із 1970 по 2021 роки дозволили отримати такі результати:

– щорічно, починаючи з XXI століття, середня температура повітря на території Одеської області була стабільно вищою за кліматичну норму, її відхилення коливаються в інтервалі від 0,8°С до 2,7°С. Найбільші відхилення відмічені у січні та липні: середня темпера-

тура січня за 51-річний період зросла на 1,3°С, липня – на 2,2°С;

– за період спостережень середньорічна кількість опадів ($\overline{O}$) становила 456,8 мм, а середня за вегетацію озимої пшениці – 450,8 мм із імовірністю 70,6%;

– за останні 20 років не відбувається суттєвих змін у кількості опадів відносно кліматичної норми, але простежується перерозподіл кількості опадів в окремі місяці та сезони; зменшується кількість днів із опадами у середньому до 61,5 днів, а за останні 10 років – до 53 днів (проти 85 днів за вегетацію озимини у 1971–1980 роках, або проти середніх значень 86,2 діб за календарні 1970-1992 роки);

– у період вегетації озимої пшениці помітно змінилася характеристика опадів за їхніми градаціями: у середньому за 2011–2021 рр. частка днів із опадами у кількості менш ніж 1 мм зменшилася з 25,3% (1971–1980 роки) до 7,8%; частка днів із опадами у кількості з 1 до 5 мм залишилася практично на одному рівні (39,4-38,2%); відсоток днів із опадами у кількості 5-9,9 мм та 10-19,9 мм зріс у 1,6 та 1,4 рази відповідно; частка днів, коли одноразово випало більш ніж 20 мм, зросла у 1,6 рази, більш ніж 50 мм – удвічі;

– продуктивність пшениці озимої за її вирощування без добрив суттєво залежала від кількості днів із опадами ($r^2$=0,98), на фоні добрив показала середній рівень залежності ($r^2$=0,68). Водночас величина приросту врожаю зерна за використання добрив мала обернену залежність середнього ступеня (r=-0,56): чим більше дощових днів у період вегетації, тим меншим є приріст відносно контролю без добрив.

**Висновки**. Протягом останніх десятиріч в Одеській області суттєво змінився температурний режим і режим зволоження, а також характеристика опадів за їхніми градаціями як за календарним роком, так і за періодом вегетації озимини. Середньорічна температура повітря зросла на 2,0°С порівняно з 1970-1980 роками, зокрема на 1,2°С – із 1999 року. Кількість опадів за цей період зменшилася на 56,7 мм із тенденцією до стабілізації за останні 10 років. Кількість дощових днів зменшилася практично удвічі.

Внесок природної родючості у формування приросту врожаю пшениці озимої в умовах Причорноморського степу становить 13,7%, добрив – 52,1%, а частка комплексного впливу погодних умов коливається від 25,1 до 30,9%.

**Ключові слова:** пшениця озима, температура повітря, опади, градації опадів, клімат.

**Burykina S.I., Tsurkan O.I., Taranyuk A.I. Change in climatic conditions of the Black Sea Steppe and productivity of winter wheat**

**The purpose** of the publication is to summarize and practically assess changes in the agroclimatic conditions of the Black Sea steppe and their impact on the productivity of winter wheat. Research methods – the use of an array of data from observations of a weather Post and a field long-term experiment with fertilizers, statistical methods of information processing.

**Results**. Systematization and analysis of climate indicators of the Black Sea steppe on the example of the Odessa region in the period from 1970 to 2021 allowed us to obtain the following results:

– every year, since the beginning of the XXI century, the average air temperature in the territory of the Odessa region was consistently higher than the climatic norm, its deviations range from 0.8 ° C to 2.7 ° C; the largest deviations were noted in January and July: that the average January temperature for a 51-year period increased by 1.3°C, and July – by 2.2°C;

– during the observation period, the average annual precipitation ($\overline{O}$) was 456.8 mm, and the average for the growing season of winter wheat was 450.8 mm with a probability of 70.6%;

– in the last 20 years, there are no significant changes in precipitation relative to the climatic norm, but there is a redistribution of precipitation in individual months and seasons; the number of days with precipitation decreases to an average of 61.5 days, and in the last 10 years – to 53 days against 85 days for the growing season of winter crops in 1971-1980, or against an average of 86.2 days for calendar years 1970-1992;

– during the growing season of winter wheat,the characteristics of precipitation by their gradations significantly changed: on average,in 2011-2021, the share of days with precipitation less than 1 mm decreased from 25.3% (1971-1980) to 7.8% ; the share of precipitation from 1 to 5 mm remained almost at the same level (39.4-38.2%); the percentage of days with precipitation of 5-9. 9 mm and 10-19. 9 mm increased by 1.6 and 1.4 times and the share of days, when, when more than 20 mm fell out at a time, it increased 1.6 times, and more than 50 mm – twice;

– the productivity of winter wheat when it is grown without fertilizers had a high degree of dependence on the number of days with precipitation (R2=0.98), and against the background of fertilizers – the average level of dependence at R2=0.68, while the value of the increase in grain yield when using fertilizers had an inverse dependence of the average degree (r=-0.56): the more rainy days during the growing season, the smaller the increase relative to the control without fertilizers.

**Conclusions**. Over the past decades, the Odessa region has significantly changed the thermal regime, the humidification regime, and the characteristics of precipitation by their gradations both by calendar year and by the growing season of winter crops. The average annual air temperature increased by 2.0 ° C compared to 1970-1980, and precipitation during this period decreased by 56.7 mm with a tendency to stabilize in the last 10 years. The number of rainy days has almost halved.

The contribution of natural fertility to the formation of winter wheat crop increments in the Black Sea steppe is 13.7%, fertilizers – 52.1, and the share of the complex impact of weather conditions ranges from 25.1 to 30.9%.

**Key words:** winter wheat, air temperature, precipitation, precipitation gradations, climate

УДК 631.8:631.81.033:633.791
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.2

# ОСОБЛИВОСТІ БАЛАНСУ ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ ПІД ХМЕЛЕНАСАДЖЕННЯМИ

**ЗАЛЕВСЬКИЙ Р.А. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0003-3704-3998*
Житомирський агротехнічний фаховий коледж
**ІЛЬЇНСЬКИЙ Ю.М. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0002-5301-6714*
Житомирський агротехнічний фаховий коледж
**ПАСІЧНИК І.О. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0001-5361-2375*
Житомирський агротехнічний фаховий коледж
**ІВАНЦОВ П.Д. –** викладач вищої категорії
*https://orcid.org/0000-0003-1424-1211*
Житомирський агротехнічний фаховий коледж

**Постановка проблеми.** Як відомо, природні екосистеми мають здатність до саморегулювання і самовідтворення, агроекосистеми зазнають штучного впливу внаслідок застосування органічних і мінеральних добрив та різних прийомів обробітку. Задля отримання високого рівня урожайності сільськогосподарських культур потрібен системний підхід до управління продуктивністю на основі кількісного визначення реакції врожаю на поживні речовини, що базується на вимогах до поживних речовин культур і динамічних умовах навколишнього середовища [1]. Результати досліджень особливостей кругообігу елементів живлення у системі ґрунт – рослина – добриво слугують науковою основою для розроблення раціональних систем удобрення сільськогосподарських культур [2; 6]. Водночас кількісні та якісні показники цього кругообігу залежать від численних факторів, серед яких слід виділити зональні особливості ґрунтово-кліматичних умов, рівень удобрення та агротехнології вирощування культур [3; 9]. Тому баланс елементів живлення є одним із основних методів контролю за їхнім кругообігом, підставою для планування обсягів виробництва і розроблення заходів, спрямованих на збереження і поліпшення родючості ґрунту [6; 8; 11]. Дослідження балансу поживних речовин під хмеленадженнями є актуальним насамперед через відсутність достатньої кількості наукових відомостей, а також через появу нових сортів і складників технології їх вирощування та необхідність пошуку шляхів максимального зниження енергоємності виробництва хмелю.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** У працях основоположника агрохімії Д.М. Прянішнікова [10] підкреслюється, що для одержання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур у сівозмінах без втрат родючості ґрунту потрібно застосовувати таку систему удобрення, яка б забезпечувала відшкодування (компенсацію) виносу із врожаями азоту і калію не нижче 70–80 %, а фосфору – 100-110 %. Проте, як вказують деякі автори [5; 6; 11], унаслідок інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, росту врожайності культур і посилення деградаційних процесів агроландшафтних систем сформувались інші агроекологічні умови, котрі вимагають для своєї оцінки нових критеріїв і перегляду наявних. Зокрема О.Г. Тараріко [11] встановлено, що екологічно безпечний рівень відшкодування виносу на легких ґрунтах Полісся потрібно забезпечити на рівні: для азоту 105–110 %, фосфору 200–260 %, калію 120–150 %. Слід зазначити, що біологічний кругообіг потрібно формувати у такий спосіб, щоб із зростанням продуктивності агроценозу відбувалося збільшення вмісту і запасів елементів живлення рослин у ґрунті [7; 8; 9]. Адже дефіцит біогенних елементів у землеробстві призводить не лише до зменшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції, але і до зниження стійкості агроландшафтів [12].

Суть балансового методу розрахунку полягає у зіставленні основних статей надходження і виносу поживних речовин. Для контролю рівня родючості ґрунту, економічного та енергетичного аналізу доцільності використання різних систем удобрення розраховують баланс основних елементів – азоту, фосфору і калію. Головними джерелами надходження елементів живлення у ґрунт є мінеральні та органічні добрива.

Та кількість поживних речовин, яка виноситься з урожаєм шишок і відповідною кількістю відходів (листки і стебла), характеризує його господарський винос, який у будь-якому випадку є меншим від біологічного. Це тому, що частина поживних речовин, що містяться у багаторічних кореневищах рослин хмелю, під час визначення господарського виносу не враховується, оскільки залишається у ґрунті у складі їхньої біомаси та використовується наступного року. Винос елементів живлення розраховано нами за результатами хімічного складу відчуженої із поля частини врожаю, тобто шишок і стебел із листям. Водночас найбільш об'єктивні результати можна отримати, розглядаючи цей процес за якомога більшою кількістю років, тому що врожайність хмелю залежить від багатьох факторів.

**Мета дослідження –** з'ясування впливу різних систем удобрення за тривалого їх застосування на винос азоту, фосфору і калію культурою хмелю та формування балансу поживних речовин у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті Полісся.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження проводились у 2013-2017 рр. на території хмелеплантації № 221 Інституту сільського господарства Полісся НААН із характерними для зони Полісся ґрунтово-клі-

матичними умовами. Ґрунт на дослідних ділянках дерново-середньопідзолистий супіщаний із умістом гумусу в орному шарі 1,23–1,28 %, $pH_{сол.}$ дорівнює 6,4–6,5; гідролітична кислотність становить 0,98–1,06 мг–е–кв./100 г ґрунту, сума ввібраних основ – 7,6–8,2 мг–екв./100 г ґрунту, азоту лужногідролізованого – 54-57 мг, рухомого фосфору – 350-399 мг, обмінного калію – 116-137 мг на кг ґрунту. Згідно із встановленими параметрами забезпеченості ґрунту основними елементами живлення для хмеленасаджень на ґрунтах легкого гранулометричного складу вміст азоту і калію низький, фосфору – високий. Високий фосфатний рівень є штучним через явище зафосфачення ґрунту, спричинене застосуванням високих доз мінеральних добрив під культуру хмелю у попередні роки експлуатації хмільника.

У досліді використовувалися сорти хмелю Слов'янка і Пивовар. Догляд за насадженнями загальноприйнятий. Вивчення параметрів живлення рослин і їхньої продуктивності здійснювалося на фоні чотирьох варіантів удобрення, розрахованих згідно із чинними галузевими нормативами: 1) без добрив; 2) $N_{180}P_{60}K_{200}$; 3) гній 40 т/га + $N_{180}P_{60}K_{200}$; 4) сидерат + $N_{180}P_{60}K_{200}$.

Азотні добрива використовувались у формі аміачної селітри, фосфорні – у вигляді гранульованого суперфосфату, із калійних добрив застосовувалась калімагнезія. Основне внесення мінеральних добрив проводили ранньою весною локальним способом, у борозни з обох боків і на відстані 30-35 см від центру рядка рослин на глибину 12–14 см. Протягом вегетації проводилося два підживлення по $N_{50}$ : перше – у фазу інтенсивного росту рослин (I-II декада червня), друге – під час цвітіння (II декада липня).

Органічні добрива застосовувались у вигляді напівперепрілого підстилкового гною разом із основним внесенням мінеральних добрив локально у борозни і у рядок із наступним загортанням під час розорювання гребенів. Як сидеральна культура використовувався люпин вузьколистий, що висівався навесні у міжряддя смугами 1,8 м. Заробляння зеленої маси проводилось у період цвітіння – початок формування сизих бобів.

Аналізи зразків ґрунту і рослинного матеріалу, обліки і розрахунки проводилися відповідно до прописів спеціальних методик. Аналіз рослинного матеріалу у повітряно-сухому стані на вміст елементів живлення після мокрого озолення за методом Гінзбурга виконували згідно з методиками: вміст азоту – фотометричним методом (із реактивом Неслера), вміст фосфору і калію – за методом Кірсанова.

Облік врожаю проводили методом ручного збирання і зважування шишок з облікових рослин та перерахунком їхньої маси на стандартну вологість (13%).

**Результати дослідження.** Результати дослідження показали, що вміст елементів живлення як у шишках хмелю, так і у відходах (листя і стебла) істотно змінювався під дією удобрення (табл. 1). Найнижчим за всіма елементами він був у варіанті без добрив. Внесення $N_{180}P_{60}K_{200}$ сприяло підвищенню вмісту поживних речовин у шишках на 0,14–0,57% порівняно з контролем. Більш істотні зміни вмісту відбувалися за доповнення системи удобрення гноєм та органічною масою сидерату (0,55-0,60% за азотом, 0,16-0,29 % за фосфором, 0,44–0,58% абсолютних величин за калієм). Листя і стебла хмелю характеризувалась іншими, порівняно меншими змінами вмісту елементів живлення, але їхні закономірності були подібними. Найвищий вміст азоту, фосфору і калію спостерігався відповідно на фоні 40 т/га гною + $N_{180}P_{60}K_{200}$.

Величина сумарного відчуження елементів живлення із ґрунту насамперед визначається врожайністю основної і побічної продукції. Дерново-підзолисті ґрунти Полісся, які домінують під хмелешпалерою, характеризуються низькою природною родючістю [56]. Отримані результати засвідчили, що без внесення мінеральних та органічних добрив урожайність сортів хмелю становила лише 1,22 і 1,7 т/га (табл. 2). За внесення $N_{180}P_{60}K_{200}$ вона збільшувалася на 61,5 і 33,0% залежно від сорту, а додаткове застосування гною дозволило максимально

Таблиця 1

**Вміст елементів живлення у рослинах хмелю залежно від удобрення (середнє за 2014-2017 рр., % від сухої речовини)**

| Удобрення | шишки | | | листя | | | стебла | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| сорт Слов'янка | | | | | | | | | |
| без добрив | 2,67 | 1,01 | 1,45 | 1,88 | 0,77 | 1,32 | 0,84 | 0,57 | 1,07 |
| $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,08 | 1,18 | 1,77 | 2,13 | 0,86 | 1,63 | 0,96 | 0,59 | 1,35 |
| 40 т/га гною $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,22 | 1,30 | 2,03 | 2,27 | 0,97 | 1,72 | 1,05 | 0,75 | 1,43 |
| сидерат $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,22 | 1,22 | 1,96 | 2,29 | 0,89 | 1,71 | 1,06 | 0,63 | 1,41 |
| сорт Пивовар | | | | | | | | | |
| без добрив | 2,63 | 1,14 | 1,74 | 1,83 | 0,67 | 1,33 | 0,93 | 0,44 | 1,16 |
| $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,20 | 1,28 | 2,18 | 2,17 | 0,78 | 1,78 | 1,04 | 0,52 | 1,40 |
| 40 т/га гною $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,23 | 1,36 | 2,23 | 2,35 | 0,82 | 1,90 | 1,12 | 0,55 | 1,53 |
| сидерат $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 3,21 | 1,30 | 2,18 | 2,33 | 0,80 | 1,86 | 1,11 | 0,55 | 1,48 |

Таблиця 2

**Урожайність сортів хмелю залежно від удобрення (середнє за 2014-2017 рр.)**

| Удобрення | Урожайність, т/га | | Відношення шишки/стебла |
|---|---|---|---|
| | шишки | листя+стебла | |
| сорт Слов'янка | | | |
| без добрив | 1,22 | 1,57 | 1,29 |
| $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 1,97 | 2,27 | 1,15 |
| 40 т/га гною $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 2,27 | 2,78 | 1,22 |
| сидерат $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 2,12 | 2,47 | 1,17 |
| сорт Пивовар | | | |
| без добрив | 1,70 | 1,85 | 1,09 |
| $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 2,26 | 2,19 | 0,97 |
| 40 т/га гною $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 2,80 | 3,03 | 1,08 |
| сидерат $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | 2,44 | 2,45 | 1,00 |

підвищити врожайність на 86,1% і 64,7% відповідно. Варіант із застосуванням сидерації за продуктивністю посідав проміжну позицію, середня врожайність відповідно була на рівні 2,12 і 2,44 т/га, або на 73,8% та 43,5% вище, ніж на контролі без добрив.

Значна кількість елементів живлення відчужується із ґрунту на формування побічної рослинницької продукції (у нашому випадку – відходів), оскільки збирання хмелю комбайном передбачає повне видалення стебел із листям за межі хмелеплантації. Точне встановлення її кількості і вмісту елементів живлення у ній істотно впливають на об'єктивність показників господарського виносу та балансу загалом. Результати досліджень засвідчили, що маса стебел із листям змінювалась із тією самою закономірністю, що і шишок, і була найвищою (2,78 та 3,03 т/га відповідно за внесення гною на фоні мінеральних добрив).

Кількість побічної продукції (відходів) з одиниці площі часто визначається не прямим її обліком, а співвідношенням до основної, яке може змінюватись у широких межах залежно від сорту, технології та умов вирощування культури. Результати нашого дослідження показали, що у варіантах без добрив та за органо-мінеральної системи спостерігалося найширше співвідношення між шишками і стеблами з листям – 1,29 і 1,22 (за сортом Слов'янка) та 1,09 і 1,08 (за сортом Пивовар). Застосування тільки мінеральних добрив та їхнє поєднання із сидеральною культурою незалежно від сорту сприяло звуженню співвідношення до 1,15; 1,17 та 0,97; 1,0 відповідно.

Винос елементів живлення вегетативною масою хмелю належить до найважливіших агроекологічних показників стану агроекосистеми хмільника насамперед тому, що є важливим критерієм оцінки ступеня виснаження ними ґрунту. Проведені розрахунки показали, що винос азоту врожаєм хмелю і побічною продукцією на контролі без добрив становив 178 і 234 кг/га, а за внесення $N_{180}P_{60}K_{200}$ підвищувався більш ніж у 1,8 і 1,5 рази (табл. 3). За внесення добрив комплексно із гноєм він зростав максимально – до 407 і 486 кг/га. Відчуження фосфору водночас становило 187 і 205 кг/га, а калію – 313 і 399 кг/га. Закономірно, що максимальні значення цих показників спостерігались у варіанті з найвищою врожайністю, а також у сорту Пивовар, який мав більшу продуктивність.

У сучасному хмелярстві, на відміну від польових культур, усю побічну рослинницьку продукцію (відходи стебел і листя) видаляють із хмелеплантації. Тому вона не є чинником, від якого залежить активність мікробіологічних процесів у ґрунтах, формування їхнього гумусового стану, поживного режиму та інших властивостей. Це підвищує актуальність досліджень, пов'язаних із обліком побічної продукції та елементів живлення, котрі вона виносить із ґрунту. Проводячи аналіз результатів розрахунку балансу елементів живлення за варіантами досліду (табл. 3), насамперед слід звернути увагу на значні витрати ґрунтових резервів елементів живлення за відсутності добрив. Об'єм їх деякою мірою пов'язаний із особливостями сортів хмелю.

Примітка: стаття надходження поживних речовин із біомасою сидеральної культури є складником внутрішнього кругообігу елементів живлення в агроекосистемі хмільника. Враховано тільки симбіотичну фіксацію, обумовлену зовнішніми чинниками (надходження азоту з повітря).

Співставлення прибуткових і видаткових статтей показало, що у кінці четвертого року вегетації у варіанті без застосування добрив баланс усіх елементів живлення був із значним дефіцитом. За азотом цей показник становив 178 і 234 кг/га, за фосфором – 78 і 99 кг/га і калієм – 125 і 181 кг/га. Вища продуктивність сорту Пивовар в екстремальних умовах живлення і, відповідно, більша його вегетативна маса призвела до зростання витрат порівняно із сортом Слов'янка на 26,9-44,8%. Внесення мінеральних добрив суттєво покращило показники балансу основних елементів живлення. Інтенсивність балансу була найменшою за фосфором – 174 і 161%, оскільки доза внесення його була невисокою. Азот як основний елемент, який утворює урожай, виносився рослинами хмелю у найбільшій кількості, проте з огляду на рівень інтенсивності його

Таблиця 3

**Баланс елементів живлення за варіантами досліду за період 2014-2017 рр.**

| Показники | | Варіанти удобрення | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | без добрив | | | $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | | | 40 т/га гною $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | | | сидерат $N_{180}$ $P_{60}$ $K_{200}$ | | |
| | | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ | N | $P_2O_5$ | $K_2O$ |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| сорт Слов'янка | | | | | | | | | | | | | |
| надхо-дження | мінеральні добрива | - | - | - | 720 | 240 | 800 | 720 | 240 | 800 | 720 | 240 | 800 |
| | гній | - | - | - | - | - | - | 800 | 400 | 960 | - | - | - |
| | сидерат[1] | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 258 | - | - |
| разом | | - | - | - | 720 | 240 | 800 | 1520 | 640 | 1760 | 978 | 240 | 800 |
| винесено, кг/га | | 178 | 78 | 125 | 323 | 138 | 238 | 407 | 187 | 313 | 373 | 155 | 276 |
| винесено, кг/т шишок | | 36,5 | 16,0 | 25,6 | 41,0 | 17,5 | 30,2 | 44,8 | 20,6 | 34,5 | 44,0 | 18,3 | 32,6 |
| баланс, кг/га +/- | | -178 | -78 | -125 | +397 | +102 | +562 | +1113 | +453 | +1447 | +605 | +85 | +524 |
| інтенсивність балансу, % | | 0 | 0 | 0 | 223 | 174 | 336 | 373 | 342 | 562 | 262 | 155 | 290 |
| сорт Пивовар | | | | | | | | | | | | | |
| надхо-дження | мінеральні добрива | - | - | - | 720 | 240 | 800 | 720 | 240 | 800 | 720 | 240 | 800 |
| | гній | - | - | - | - | - | - | 800 | 400 | 960 | - | - | - |
| | сидерат[1] | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 258 | - | - |
| разом | | - | - | - | 720 | 240 | 800 | 1520 | 640 | 1760 | 978 | 240 | 800 |
| винесено, кг/га | | 234 | 99 | 181 | 361 | 149 | 289 | 486 | 205 | 399 | 408 | 170 | 325 |
| винесено, кг/т шишок | | 34,4 | 14,6 | 26,6 | 39,9 | 16,5 | 32,0 | 43,1 | 18,3 | 35,6 | 41,8 | 17,4 | 33,3 |
| баланс, кг/га +/- | | -234 | -99 | -181 | +359 | +91 | +511 | +1034 | +435 | +1361 | +570 | +70 | +475 |
| інтенсивність балансу, % | | 0 | 0 | 0 | 199 | 161 | 277 | 313 | 312 | 441 | 240 | 141 | 246 |

було внесено у надлишковій кількості. Зокрема, за сортом Слов'янка він становив 223%, а за сортом Пивовар показники зростання були менш значними – 199 %. Аналогічна закономірність простежується і за формування калійного режиму ґрунту. За цією ж системою удобрення інтенсивність балансу за калієм зростала ще інтенсивніше, оскільки споживання його рослинами було меншим, ніж азоту, а доза внесення – вищою. Відповідно, відшкодування виносу елементу становило: за першим сортом – 336 %, за другим – 277%. Додаткове внесення 40 т/га гною на фоні мінеральних добрив забезпечило максимально позитивний баланс елементів живлення, зумовивши тим самим суттєве зростання його інтенсивності. Порівняно з мінеральним фоном цей показник підвищився: за азотом – на 63,3 і 57,3%, фосфором – на 96,6 і 93,8 %, за калієм – на 67,3 і 59,2 %. У разі заміни гною на органічну масу сидерату позитивний баланс зберігався, але спостерігалась дещо інша закономірність зростання його інтенсивності. Зокрема, за азотом відмічено підвищення порівняно із мінеральним фоном на 17,5 і 20,6%, що зумовлено його надходженням завдяки симбіотичній фіксації. За фосфором і калієм, навпаки, ці показники поступалися зазначеним варіантам; відносне зниження порівняно з фоном становило 10,9 і 13,7% (за сортом Слов'янка) та 12,4 і 11,2% (за сортом Пивовар). Зниження балансу відбувалося завдяки підвищеному виносу елементів живлення вегетативною масою культури хмелю на цьому варіанті за умови, що надходження елементів живлення, що містяться у біомасі сидерату, не враховувалися.

Аналізуючи особливості балансу під час вирощування хмелю за органо-мінеральної системи, потрібно відмітити особливу роль органічних добрив як джерела поживних елементів. Їхнє щорічне внесення суттєво впливає на формування балансу. Особливо це стосується азоту, питома вага якого у структурі надходжень сягає 52,6%. Співставлення джерел надходження фосфору вказує, що баланс живлення рослин за органо-мінеральної системи більше визначався за рахунок органічних добрив (61,5%). Не менше значення мають органічні добрива для забезпечення надходження калію у ґрунт. Незважаючи на високу норму калійних добрив (200 кг/га), питома вага органічного калію у загальному балансі елементів живлення досягала 54,5 %.

Загалом особливу увагу на себе звертає той факт, що загальний рівень інтенсивності балансу щодо азоту і калію за всіма удобреними варіантами (і також фосфору за органо-мінеральної системи) незалежно від сорту швидко зростає, що свідчить про надлишкове, практично нераціональне внесення добрив, норми яких встановлені за чинними нормативами.

**Висновки.** Інтенсивність формування позитивного балансу основних поживних елементів під хмеленасадженнями на дерново-підзолистому ґрунті насамперед визначається кількістю внесених добрив, а також продуктивністю сортів хмелю. Всі системи удобрення забезпечили зростання інтенсивності балансу, що перевищувало нормативні інтервали, запропоновані О.Г. Тараріко для цього типу ґрунту, а також забезпеченості його елементами живлення, що, відповідно, зумовлює необхідність перегляду наявних нормативів удобрення культури. Аналіз балансу відмічає особливу роль гною як суттєвого джерела поживних елементів, питома вага яких у структурі надходжень за органо-мінеральної системи сягала 52,6–61,5%. Порівнюючи між собою органо-мінеральну і сидерально-мінеральну системи удобрення, слід відмітити, що використання зеленого добрива дозволяє краще збалансувати фосфорний і калійний режими ґрунту, які у разі внесення гною надмірно зростають.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его превращения. Ленинград : Наука, 1980. 287 с.
2. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной зоне. Москва: Сельхозиздат, 1989. 291 с.
3. Балюк С.А., Носко Б.С., Шимель В.В. та ін. Оптимізація живлення рослин у системі факторів ефективної родючості ґрунтів. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3. С. 12–19.
4. Бердников А.М. Зеленое удобрение – биологизация земледелия, урожай. Черниговское НПО «Элита», 1992. 189 с.
5. Довідник з агрохімічного і агроекологічного стану ґрунтів України / Носко Б.С. та ін.; за ред. Б.С. Носко, Б.С. Прістера, М.В. Лободи. Київ : Урожай, 1994. 336 с.
6. Мазур Г. А. Відтворення і регулювання родючості легких ґрунтів. Київ : Аграрна наука, 2008. 308 с.
7. Москаленко А. М. Біологічні та економічні чинники розширеного відтворення родючості ґрунтів Полісся. *Органічне виробництво і продовольча безпека* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф. Житомир : Полісся, 2013. С. 83–92.
8. Петербургский А.В. Круговорот и баланс питательных веществ в земледелии. Москва : Наука, 1979. 168 с.
9. Польовий В.М. Оптимізація систем удобрення у сучасному землеробстві: монографія. Рівне: Волинські обереги, 2007. 320 с.
10. Прянишников Д.Н. Избранные сочинения: Т.1. Агрохимия. Москва: Колос, 1965. 767 с.
11. Тараріко О.Г. Проблеми сучасного землеробства і охорони ґрунтів на Україні: аналіз, стан і пропозиції. *Вісник аграрної науки*. 1996. № 1. С. 15–20.
12. Цвей Я.П. Родючість ґрунтів і продуктивність сівозмін. Київ: Компринт, 2014. 413 с.


**REFERENCES:**


1. Aleksandrova L.N. (1980). Organicheskoe veshchestvo pochvy i processy ego prevrashcheniya. [Soil organic matter and processes of its transformation]. Leningrad : Nauka [in Russian].
2. Alekseev E.K. (1989). Zelenoe udobrenie v Nechernozemnoj zone. [Green fertilizer in the Non-Black Earth Zone]. Moskva: Sel'hozizdat [in Russian].
3. Balyuk S.A., Nosko B.S., Shymel' V.V. ta in. (2019). Optymizatsiya zhyvlennya roslyn u systemi faktoriv efektyvnoyi rodyuchosti gruntiv. [Optimization of plant nutrition in the system of factors of effective soil fertility]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. (3), 12–19 [in Ukrainian].
4. Berdnikov A.M. (1992). Zelenoe udobrenie – biologizaciya zemledeliya, urozhaj. [Green fertilizer – biologization of agriculture, harvest]. CHernigovskoe NPO «Elita». [in Ukrainian].
5. Nosko B.S., Prister B.S., Loboda M.V. ta in. (1994). Dovidnyk z ahrokhimichnoho i ahroekolohichnoho stanu gruntiv Ukrayiny. [Handbook of agrochemical and agroecological condition of soils of Ukraine]. Kyiv : Urozhay. [in Ukrainian].
6. Mazur H.A. (2008). Vidtvorennya i rehulyuvannya rodyuchosti lehkykh gruntiv. [Restoration and regulation of light soil fertility]. Kyiv : Ahrarna nauka [in Ukrainian].
7. Moskalenko A.M. (2013). Biolohichni ta ekonomichni chynnyky rozshyrenoho vidtvorennya rodyuchosti gruntiv Polissya. [Biological and economic factors of expanded reproduction of soil fertility in Polissya]. Orhanichne vyrobnytstvo i prodovol'cha bezpeka : materialy II Mizhnar. nauk.-prakt. konf. Zhytomyr : Polissya. 83–92 [in Ukrainian].
8. Peterburgskij A.V. (1979). Krugovorot i balans pitatel'nyh veshchestv v zemledelii. [The cycle and balance of nutrients in agriculture]. Moskva : Nauka [in Russian].
9. Pol'ovyy V.M. (2007). Optymizatsiya system udobrennya u suchasnomu zemlerobstvi: monohrafiya. [Optimization of fertilizer systems in modern agriculture: a monograph]. Rivne: Volyns'ki oberehy [in Ukrainian].
10. Pryanishnikov D.N. (1965). Izbrannye sochineniya : T.1. Agrohimiya. [Selected Works: Vol. 1. Agrochemistry]. Moskva : Kolos [in Russian].
11. Tarariko O.H. (1996). Problemy suchasnoho zemlerobstva i okhorony gruntiv na Ukrayini: analiz, stan i propozytsiyi. [Problems of modern agriculture and soil protection in Ukraine: analysis, status and proposals]. *Visnyk ahrarnoyi nauky*. (1). 15–20 [in Ukrainian].
12. Tsvey Ya.P. (2014) Rodyuchist' gruntiv i produktyvnist' sivozmin. [Soil fertility and crop rotation productivity]. Kyiv: Komprynt [in Ukrainian].



**Залевський Р.А., Ільїнський Ю.М., Пасічник І.О., Іванцов П.Д. Особливості балансу елементів живлення під хмеленасадженнями**

**Мета.** З'ясування впливу різних систем удобрення за тривалого їх застосування на винос азоту, фосфору і калію культурою хмелю та формування балансу поживних речовин у дерново-підзолистому супіщаному ґрунті Полісся. **Методи:** польовий, лабораторний, статистичний, аналітичний, розрахунково-порівняльний. **Результати.** Установлено, що за систематичного застосування мінеральних добрив ($N_{180}P_{60}K_{200}$) відбувається підвищення урожайності шишок на 0,75 та 1,1 т/га і формується співвідношення основної та побічної продукції на рівні 1,15 і 0,97 залежно від сорту. Додаткове внесення гною покращує показники продуктивності на 15,2 та 23,9 %, але погіршує співвідношення (1,22 і 1,08 відповідно). Найвищими показниками вмісту NPK як у шишках, так і у стеблах із листям виріз-

нявся варіант спільного застосування гною і $N_{180}P_{60}K_{200}$. Відповідно до систем удобрення величина господарського виносу варіювала: для азоту у межах 323-486 кг/га, для фосфору – 138–205 кг/га, калію – 238-399 кг/га протягом чотирирічного періоду. За цей період було внесено значно більше азоту – 720–1520 кг/га, фосфору – 240–640 кг/га, калію – 800–1760 кг/га. Під час вирощування хмелю слід відмітити особливу роль органічних добрив у вигляді гною як джерела поживних елементів. Їхнє щорічне внесення суттєво впливає на формування балансу. **Висновки.** Загальний рівень інтенсивності балансу щодо азоту, фосфору і калію за всіма удобреними варіантами незалежно від сорту швидко зростає: N 199–373 %, P 161–342 %, K 277–562 %. Це свідчить про надлишкове, практично нераціональне внесення добрив, норми яких встановлені за чинними нормативами, та про необхідність їх корегування. Отримані експериментальні результати дозволили також уточнити показники виносу поживних речовин урожаєм сортів хмелю.

**Ключові слова:** мінеральні добрива, гній, сидерат, урожайність шишок хмелю, азот, фосфор, калій.

**Zalevskiy R.A., Ilyinskiy U.M., Pasichnyk I.O., Ivantsov P.D. The specifics of the balance of fertilizer elements under hop plantations**

**Purpose.** To find out the effects of different fertilizer systems under their long-lasting application on the removal of nitrogen, phosphorus and potassium by a hop plant as well as on the formation of balance of nutrient substances in sod-podzol sandy loam soil of Polissia. **Methods:** field, laboratory, statistical, analytical, computational and comparative. **Results.** It was established that under the systamatic application of minaral fertilizers ($N_{180}P_{60}K_{200}$) the hop cones yield increases by 0,75 and 1,1 t/ha, and the “principal products – by-products” correlation ratio is formed at a rate of 1,15 and 0,97 depending on hop variety. Additional application of manure improves the productivity indices by 15,2 and 23,9 %, but degrades the correlation – 1,22 and 1,08 respectively. The simultaneous application of manure and $N_{180}P_{60}K_{200}$ resulted in the highest indices of NPP content both in hop cones and in the footstalks with leaves. According to the systems of ferilization, the removal rate varied for nitrogen within 323–486 kg/ha, for phosphorus – within 138–205 kg/ha, for potassium – 238–399 kg/ha during a 4-year period. During this period the amount of applied ferilizers increased: nitrogen – 720–1520 kg/ha, phosphorus – 240–640 kg/ha, potassium – 800–1760 kg/ha. The peculiar role of organic fertilizers (the manure) as the source of nutrient elements is worth mentioning. Their annual application has a significant impact on the formation of balance. **Conclusions.** Thus, a total level of of balance intencity in terms of nitrogen, phosphorus and potassium in all fertilizer varients, irrespective of the variety, increases – N 199–373 %, P 161–342 %, K 277–562 %. It testifies to an overuse and practically irrational application of fertilizers (according to current rates) as well as to the necessity of resolving the fertilizers rates. The experimental data allowed to specify the indices of removal of nutrient elements by hop varieties yield.

**Key words:** mineral fertilizers, manure, cover crop, hop cones yield, nitrogen, phosphorus, potassium.

УДК 633.16:631.55:631.811.98(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.3

# УРОЖАЙ ТА ЯКІСТЬ ЗЕРНА СОРТІВ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО ЗАЛЕЖНО ВІД РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**КАРАЩУК Г.В. –** кандидат сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-4948-0952*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
**КАЗАНОК О.О. –** кандидат сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-6817-4985*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Ключовою проблемою агропромислового комплексу України є прискорене і стійке нарощування високоякісного продовольчого зерна. Зростання виробництва фуражного зерна, збільшення його якості є не менш важливим аспектом зернової проблеми. У цьому аспекті ячмінь є однією із найцінніших культур [1].

У зерновому балансі України ячмінь озимий є однією з основних страхових культур для ремонту озимих посівів, пошкоджених узимку за несприятливих умов середовища. Зерно ячменю озимого застосовується у пивоварній і хлібопекарській галузях промисловості, має важливе значення для створення кормових і фуражних ресурсів, оскільки характеризується високою поживною цінністю, містить значну кількість білків. Ось чому збільшення виробництва зерна ячменю як продовольчої і кормової культури зони Степу є одним із головних завдань аграрного комплексу України. Окрім харчових властивостей озимий ячмінь досить повно відповідає умовам степового землеробства, оскільки добре використовує осінньо-зимові і весняні запаси вологи ґрунту, внаслідок чого формує урожай зерна на 10-12 ц/га більше порівняно з ячменем ярим [2]. Позитивною якістю озимого ячменю є більш коротка його вегетація (у середньому на 1,5-2 тижні), що дає змогу формувати зерно до моменту нестачі вологи у ґрунті [3]. Озимий ячмінь є слабко вибагливим до попередників, тому може культивуватись у скороченій сівозміні. Слід відзначити, що вирощування озимого ячменю вимагає мінімальних витрат, є досить рентабельним, а витрати забезпечуються урожаєм зерна поточного року. Проте разом із зазначеними перевагами в озимого ячменю є і суттєвий недолік – досить низька зимо- та морозостійкість, що підвищує ризики ушкодження рослин, а, відповідно, стримує поширення площ ячменю озимого [4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Зональний підбір сортів, які відрізняються підвищеною продуктивністю у відповідній ґрунтово-кліматичній зоні, дозволяє значною мірою збільшити валові збори зерна озимого ячменю і більш продуктивно застосовувати наявні матеріальні ресурси [3]. До державного реєстру сортів рослин України занесено багато сортів озимого ячменю та сортів дворучок. На цьому етапі частково вирішити проблему добору значно продуктивних для відповідних умов господарства сортів можуть дослідження, проведені в аграрних університетах і науково-дослідних установах.

У нинішніх умовах ринкового господарювання через високу вартість мінеральних добрив актуальними постають питання застосування біостимуляторів росту рослин, штамів азотфіксуючих бактерій і комплексних солей мікроелементів у технологіях вирощування зернових культур [5].

Можна зробити висновок, що саме в оптимальному поєднанні цих чинників криється великий резерв для підвищення продуктивності і покращення якості зерна озимого ячменю, ось чому вони потребують подальшого вивчення для розроблення та обґрунтування технології вирощування цієї культури.

**Мета статті.** Мета роботи – дослідження формування врожаю та якості зерна сортів ячменю озимого залежно від дії регуляторів росту рослин. Задля досягнення поставленої мети потрібно було встановити урожайність зерна сортів ячменю озимого під впливом регуляторів росту рослин і визначити показники якості зерна, а також рекомендувати виробництву найефективніший регулятор росту для обробки насіння і продуктивні сорти ячменю озимого для умов Південного Степу України.

Польові досліди проведені упродовж 2018-2020 років на незрошуваних землях ФГ «Коростинський» Чаплинського району Херсонської області. Дослід містив два фактори. Схема досліду: фактор А – сорт – 1) Атлант Миронівський; 2) Буревій; 3) Айвенго; фактор В – Регулятор росту рослин: 1) Без регулятора; 2) Вегестим; 3) Рівал.

Під час закладання і проведення дослідів ми користувалися загальноприйнятими методиками [6]. Агротехніка вирощування ячменю озимого є загальноприйнятою для умов Південного Степу України, окрім факторів, які вивчали. Передпосівну обробку насіння проводили згідно зі схемою досліду за 1-2 дні до сівби методом інкрустації із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Норма використання регулятора росту Вегестим становить 0,3 л/т насіння, регулятора росту Рівал – 0,4 л/т.

Метеорологічні умови за роки проведення дослідження повною мірою відобразили кліматичну характеристику Південного Степу України, що дозволило одержати достовірні експериментальні результати, сформувати висновки і надати рекомендації виробництву для цих ґрунтово-кліматичних умов.

**Результати досліджень.** Продуктивність ячменю озимого визначається за виповненістю зерна, кількі-

стю продуктивного стеблостою, масою зерна з колосу. Кожен із цих показників може значною мірою змінюватися для різних сортів залежно від агротехнічних прийомів вирощування, що впливає на збільшення або зменшення рівня врожаю.

Результати проведених нами досліджень показали, що маса зерен у колосі і маса 1000 зерен залежать від сортових особливостей і застосування регуляторів росту рослин. Найбільшими ці показники були за вирощування сортів Атлант Миронівський і Буревій та застосування регулятору росту рослин Вегестим; вони становили у середньому за 2019-2020 рр. відповідно 1,7 і 51,7 г та 1,5 і 47,2 г (рис. 1, 2).

Результати проведеного нами дослідження свідчать, що біологічні властивості сортів забезпечували специфічну їхню реакцію за різних агротехнічних та погодних умов, яка проявлялась у формуванні неоднакової урожайності (табл. 1).

Зокрема, найвища врожайність зерна ячменю озимого у середньому за 2019-2020 рр. отримана у сортів Атлант Миронівський і Буревій, яка становила відповідно 3,03-3,15 та 2,87-3,00 т/га під час застосування

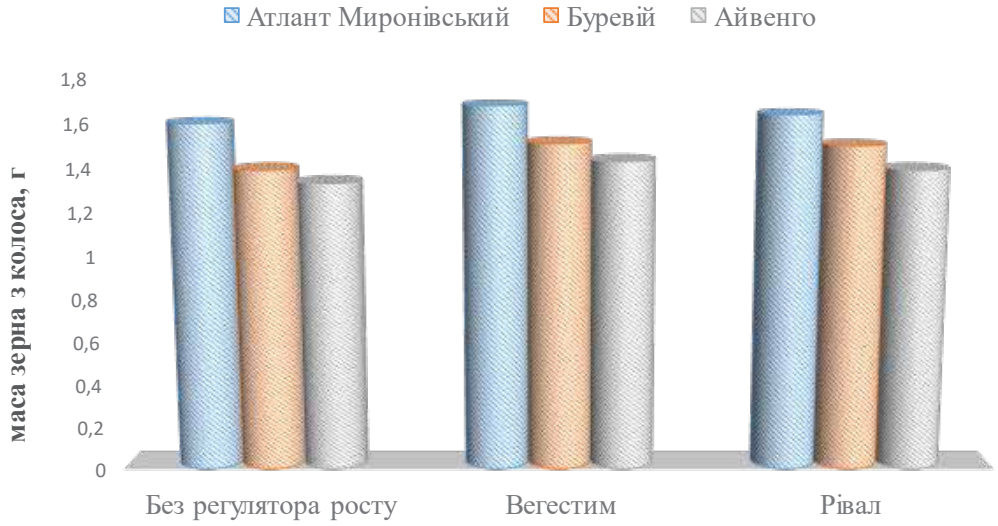



***Рис. 1. Вплив регуляторів росту рослин на масу зерна з колоса сортів ячменю озимого, г (середнє за 2019-2020 рр.)***

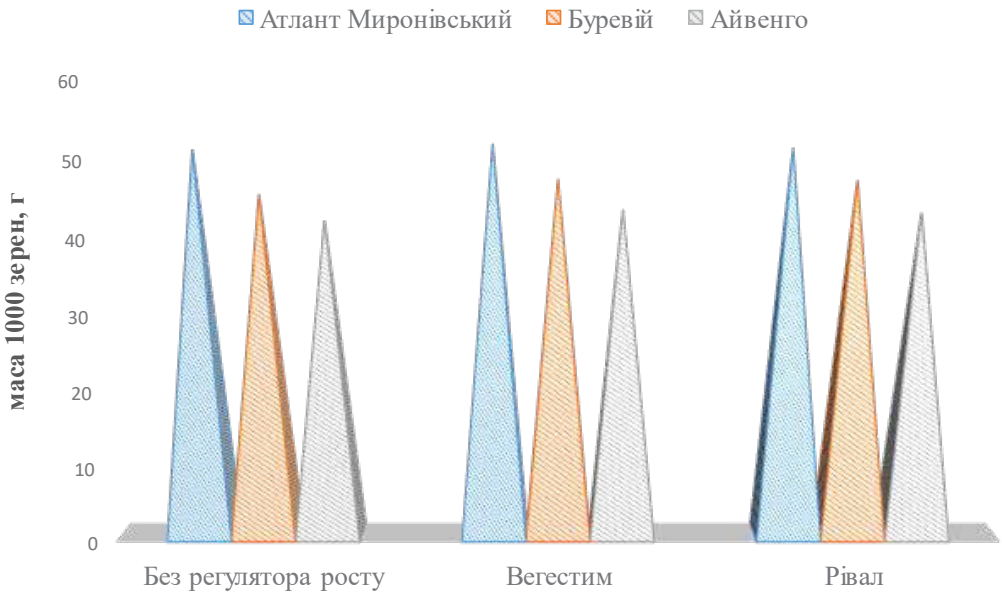



***Рис. 2. Маса 1000 зерен ячменю озимого залежно від сортового складу і регуляторів росту рослин, г (середнє за 2019-2020 рр.)***

регуляторів росту рослин, що на 0,3-0,73 т/га більше, ніж у сорту Айвенго.

Використання регулятора росту Рівал для обробки насіння сприяло збільшенню урожайності ячменю озимого сорту Атлант Миронівський на 5,6%, Буревій – 4,4%, Айвенго – 4,3%, а використання регулятора росту Вегестим – відповідно на 9,8, 9,1 та 10,8%.

Результати нашого дослідження показали, що вміст білка у зерні ячменю озимого найбільшим був у сортів Атлант Миронівський і Буревій у разі застосування регуляторів росту рослин (відповідно 13,7-14,4% і 12,9-13,9%) (табл. 2).

Застосування регулятора росту Вегестим сприяло і підвищенню умовного виходу білка із гектару посівів ячменю озимого. Зокрема, умовний вихід білка у цьому варіанті досліду збільшився на 18,4-20,0% у сортів ячменю озимого порівняно із варіантом без оброблення.

Найбільшим умовний вихід білка із гектару посівів був у сортів Атлант Миронівський і Буревій.

Таблиця 1

**Вплив регуляторів росту рослин на урожайність зерна сортів ячменю озимого, т/га**

| Сорт (фактор А) | Регулятор росту рослин (фактор В) | | Урожайність, т/га | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 2019 | 2020 | середнє |
| Атлант Миронівський | Без регулятора | | 3,39 | 2,35 | 2,87 |
| | Вегестим | | 3,68 | 2,61 | 3,15 |
| | Рівал | | 3,59 | 2,46 | 3,03 |
| Буревій | Без регулятора | | 3,24 | 2,26 | 2,75 |
| | Вегестим | | 3,48 | 2,51 | 3,00 |
| | Рівал | | 3,33 | 2,41 | 2,87 |
| Айвенго | Без регулятора | | 2,79 | 1,85 | 2,32 |
| | Вегестим | | 3,05 | 2,09 | 2,57 |
| | Рівал | | 2,89 | 1,94 | 2,42 |
| $НІР_{05}$, т/га | | А | 0,07 | 0,05 | |
| | | В | 0,07 | 0,05 | |
| | | АВ | 0,12 | 0,09 | |

Таблиця 2

**Вплив регуляторів росту рослин на вміст білка у зерні сортів ячменю озимого та його умовний вихід (середнє за 2019-2020 рр.)**

| Сорт (фактор А) | Регулятор росту рослин (фактор В) | Вміст білка у зерні, % | Умовний вихід білка, ц/га |
|---|---|---|---|
| Атлант Миронівський | Без регулятора | 13,3 | 3,8 |
| | Вегестим | 14,4 | 4,5 |
| | Рівал | 13,7 | 4,2 |
| Буревій | Без регулятора | 12,6 | 3,5 |
| | Вегестим | 13,9 | 4,2 |
| | Рівал | 12,9 | 3,7 |
| Айвенго | Без регулятора | 11,4 | 2,6 |
| | Вегестим | 12,1 | 3,1 |
| | Рівал | 11,9 | 2,5 |

Таблиця 3

**Економічна ефективність вирощування ячменю озимого (середнє за 2019-2020 рр.)**

| Сорт (фактор А) | Регулятор росту рослин (В) | Урожайність, ц/га | Вартість продукції, грн./ц | Затрати разом з накладними, грн./га | Собівартість 1 ц продукції, грн. | Прибуток, грн./га | Рентабельність, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Атлант Миронівський | Без регулятора | 28,7 | 20233 | 12437 | 433 | 7795 | 62,7 |
| | Вегестим | 31,5 | 22207 | 12588 | 399 | 9618 | 76,4 |
| | Рівал | 30,3 | 21361 | 12517 | 413 | 8844 | 70,7 |
| Буревій | Без регулятора | 27,5 | 19387 | 12407 | 451 | 6980 | 56,3 |
| | Вегестим | 30,0 | 21150 | 12550 | 418 | 8599 | 68,5 |
| | Рівал | 28,7 | 20233 | 12476 | 434 | 7757 | 62,2 |
| Айвенго | Без регулятора | 23,2 | 16356 | 12296 | 530 | 4059 | 33,0 |
| | Вегестим | 25,7 | 18118 | 12440 | 484 | 5678 | 45,7 |
| | Рівал | 24,2 | 17061 | 12360 | 510 | 4700 | 38,0 |

За результатами наших розрахунків установлено, що вартість продукції за технології вирощування сортів ячменю озимого з використанням регуляторів росту змінювалася пропорційно урожайності рослин (табл. 3).

Виробничі витрати характеризувалися деякою стабільністю і знаходились у середньому за два роки дослідження у межах від 12296 до 12588 грн/га. Собівартість 1 ц зерна найменшого рівня (399-418 грн.) становила у сортів Атлант Миронівський і Буревій за використання регулятора росту Вегестим.

Чистий прибуток був максимальним (8599-9618 грн/га) також у варіантах із сортами Атлант Миронівський і Буревій та застосуванням регулятору росту Вегестим. У тих самих варіантах отримано і найбільший рівень рентабельності – 68,5-76,4%.

**Висновки.** Під час вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України задля формування урожайності на рівні 3,0-3,15 т/га з високими показниками якості зерна, що забезпечить найбільший чистий прибуток і найвищий рівень рентабельності, рекомендується вирощувати сорти Атлант Миронівський і Буревій та зробити передпосівну обробку насіння регулятором росту рослин Вегестим нормою 0,3 л на 1 т.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Заєць С. О. Підживлення озимого ячменю різними видами азотних добрив. *Агроном*. 2018. № 4 (62). С. 76-78.
2. Купченко А. Украинский ячмень – брезжит ли новая перспектива? *Зерно*. 2014. № 10 (103). С. 80-87.
3. Свідерко М. Ефективність біостимуляторів, мікроелементів і штамів азотофіксуючих бактерій на посівах ярого ячменю. *Вісник Львівського державного аграрного університету*. 2007. № 11. С. 221–225.
4. Гармаш О. С. Взаємозв'язок елементів продуктивності ячменю з початковими етапами розвитку. *Вісник аграрної науки*. 2012. № 11. С. 22-24.
5. Ликов С. В. Продуктивність сортів озимого ячменю та сортів дворучок в умовах передгірних зон Криму. *Таврійський науковий вісник*. 2013. № 83. С. 79–83.
6. Ушкаренко В.О., Вожегова Р.А., Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Методика польового досліду (Зрошуване землеробство): навч. посіб. Херсон: Грінь Д. С., 2014. 448 с.


**REFERENCES:**


1. Zayec, S.O. (2018). Pidzhivlennya ozimogo yachmenyu riznimi vidami azotnih dobriv [Feeding of winter barley with different types of nitrogen fertilizers]. *Agronom – The Agronomist journal*, *4 (62)*, 76-78 [in Ukrainian].
2. Kupchenko, A. (2014). Ukrainskij yachmen – brezzhit li novaya perspektiva? [Ukrainian barley – is a new prospect raging?]. *Zerno – Grain journal, 10 (103)*, 80-87 [in Russian].
3. Sviderko, M. (2007). Efektivnist biostimulyatoriv, mikroelementiv i shtamiv azotofiksuyuchih bakterij na posivah yarogo yachmenyu [Efficiency of biostimulants, trace elements and strains of nitrogen-fixing bacteria on spring barley crops]. *Visnik Lvivskogo Derzhavnogo Agrarnogo Universitetu – VISNYK LNAU – Journal of Lviv National Agrarian University, 11*, 221–225 [in Ukrainian].
4. Garmash, O.S. (2012). Vzayemozv'yazok elementiv produktivnosti yachmenyu z pochatkovimi etapami rozvitku [Interrelation of barley productivity elements with the initial stages of development]. *Visnik agrarnoyi nauki – Bulletin of Agricultural Science*, *11*, 22-24 [in Ukrainian].
5. Likov, S.V. (2013). Produktivnist sortiv ozimogo yachmenyu ta sortiv dvoruchok v umovah peredgirnih zon Krimu [Productivity of winter barley varieties and butler varieties in the conditions of the foothills of the Crimea]. *Tavrijskij naukovij visnik – Taurian Scientific Bulletin, 83*, 79–83 [in Ukrainian].
6. Ushkarenko, V.O., Vozhehova, R.A., Holoborodko, S.P., & Kokovikhin, S.V. (2014). *Metodyka polovoho doslidu (Zroshuvane zemlerobstvo) [The method of field studies (Irrigation farming)*. Kherson: Hrin D.S. [in Ukrainian].


**Каращук Г.В., Казанок О.О. Урожай та якість зерна сортів ячменю озимого залежно від регуляторів росту рослин в умовах Південного Степу України**


**Мета** роботи – дослідження впливу регуляторів росту рослин на урожай та якість зерна сортів ячменю озимого. **Методи.** Польові досліди проведені упродовж 2018-2020 рр. на незрошуваних землях ФГ «Коростинський» Чаплинського району Херсонської області. Методи досліджень – польовий, лабораторний, статистичний. Агротехніка вирощування ячменю озимого загальноприйнята для умов Південного Степу України, окрім факторів, які вивчали. Передпосівну обробку насіння здійснили згідно зі схемою досліду за 1-2 дні до сівби методом інкрустації із розрахунку 10 л робочого розчину на 1 т насіння. Норма використання регулятора росту Вегестим становить 0,3 л/т насіння, регулятора росту Рівал – 0,4 л/т. **Результати**. Найбільшими показники маси зерна з колосу і маси 1000 зерен були за вирощування сортів Атлант Миронівський і Буревій та застосування регулятору росту рослин Вегестим, які становили у середньому за 2019-2020 рр. відповідно 1,7 і 51,7 г і 1,5 і 47,2 г. Найвищу врожайність зерна ячменю озимого у середньому за 2019-2020 рр. отримано у сортів Атлант Миронівський і Буревій (відповідно 3,03-3,15 т/га і 2,87-3,00 т/га) у разі застосування регуляторів росту рослин, що на 0,3-0,73 т/га більше, ніж у сорту Айвенго. Використання регулятора росту Рівал для оброблення насіння сприяло збільшенню урожайності ячменю озимого сорту Атлант Миронівський на 5,6%, Буревій – 4,4%, Айвенго – 4,3%, а використання регулятора росту Вегестим – відповідно на 9,8, 9,1 та 10,8%. Уміст білка у зерні ячменю озимого найбільшим був у сортів Атлант Миронівський і Буревій під час застосування регуляторів росту рослин (відповідно 13,7-14,4% і 12,9-13,9%). У середньому за 2019-2020 рр. використання регуляторів росту рослин для обробки насіння підвищувало вміст білка у зерні на 3,0-10,3 відносних відсотки у сортів ячменю озимого. Найефективнішою була дія Вегестиму. Застосування цього регулятора росту сприяло і підвищенню умовного виходу білка із гектару посівів ячменю озимого. Зокрема, умовний вихід білка у цьому варіанті досліду збільшився на 18-20% у сортів ячменю озимого порівняно із варіантом без оброблення. Найбільшим умовний вихід білка із гектару посівів був у сортів Атлант Миронівський і Буревій. Чистий прибуток був максимальним (8599-9618 грн./га) також у варіантах із сортами Атлант Миронівський і Буревій та застосуванням регулятору росту Вегестим. У тих самих варі-

антах отримано і найбільший рівень рентабельності – 68,5-76,4%. **Висновки.** Під час вирощування ячменю озимого в умовах Південного Степу України задля формування врожайності на рівні 3,0-3,15 т/га з високими показниками якості зерна, що забезпечить найбільший чистий прибуток і найвищий рівень рентабельності, рекомендовано вирощувати сорти Атлант Миронівський і Буревій та зробити передпосівну обробку насіння регулятором росту рослин Вегестим нормою 0,3 л на 1 т.

**Ключові слова:** ячмінь озимий, зерно, сорти, регулятори росту рослин, урожайність, якість, економічна ефективність.

**Karashchuk G.V., Kazanok O.O. Productivity and grain quality of winter barley varieties depending on plant growth regulators under conditions of the Southern Steppe of Ukraine**

**The purpose** of the study was to examine the impact of plant growth regulators on productivity and grain quality of winter barley varieties. **Methods.** The field experiments were conducted in 2018-2020 on non-irrigated lands of the Farm «Korostynskyi» of Chaplynka district in Kherson region. The research methods are field, laboratory and statistical. Agricultural technology of winter barley cultivation is generally accepted for the conditions of the Southern Steppe of Ukraine, except the factors under study. Pre-sowing seed treatment was performed according to the experiment scheme 1-2 days before the sowing time with the method of incrustation calculated as 10 l of the mixture per ton of seeds. The rate of application of the plant growth regulator Vehestym is 0.3 l/t of seeds, the plant growth regulator Rival – 0.4 l/t. **Results**. The highest weight of grain per ear and the weight of 1000 grains were identified when growing the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii and applying the plant growth regulator Vehestym and made 1.7 and 51.7 and 1.5 and 47.2 g, respectively, on the average in 2019-2020. The highest productivity of winter barley grain on the average in 2019-2020 was obtained in the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii being 3.03-3.15 and 2.87-3.00 t/ha, respectively, when applying the plant growth regulators that was by 0.3-0.73 t/ha higher than in the variety Aivenho. Application of the plant growth regulator Rival for seed treatment contributed to an increase in the productivity of winter wheat of the variety Atlant Myronivskyi by 5.6, Burevii – by 4.4, Aivenho – by 4.3, and Vehestym – by 9.8, 9.1 and 10.8%, respectively. The protein content in winter barley grain was the highest in the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii when applying plant growth regulators – 13.7-14.4 and 12.9-13.9%, respectively. Application of plant growth regulators for seed treatment increased protein content in grain by 3.0-10.3% in the varieties of winter barley on the average in 2019-2020. The effect of Vehestym was the most considerable. Application of this plant growth regulator also contributed to an increase in protein output per hectare of the crops of winter barley. For instance, the relative protein output in this variant of the experiment increased by 18-20% in the varieties of winter barley in comparison with the variant without treatment. The highest relative protein output per hectare of the crops was in the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii. The net profit was maximal – 8599-9618 UAH/ha in the variants with the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii and application of the plant growth regulator Vehestym. The highest level of profitability was also obtained in these variants – 68.5-76.4%. **Conclusions.** When growing winter barley under conditions of the Southern Steppe of Ukraine, in order to generate productivity at the level of 3.0-3.15 t/ha with high indexes of grain quality that will ensure the highest net profit and the highest level of profitability, we recommend growing the varieties Atlant Myronivskyi and Burevii and performing pre-sowing seed treatment with the plant growth regulator Vehestym at the rate of 0.3 l per ton.

**Key words:** winter barley, grain, varieties, plant growth regulators, productivity, quality, economic efficiency.

УДК 626.81/84;631.67
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.4

# ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ ЗРОШУВАЛЬНОЇ ВОДИ ІНГУЛЕЦЬКОГО МАГІСТРАЛЬНОГО КАНАЛУ У 2021 РОЦІ

**КОЗЛЕНКО Є.В. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0003-3001-8220*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
**МОРОЗОВ О.В. –** доктор сільськогосподарських наук, професор
*https://orcid.org/0000-0002-5617-0813*
Херсонський державний аграрно-економічний університет
**МОРОЗОВ В.В. –** кандидат сільськогосподарських наук, професор
*https://orcid.org/0000-0002-2594-883X*
Херсонський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.** Джерелом зрошення Інгулецької зрошувальної системи (далі – ІЗС) є річка Інгулець, на якість води якої вже багато років негативно впливають промислові води підприємств міста Кривій Ріг. Оскільки внаслідок вищезазначеного впливу якість води річки Інгулець є незадовільною для зрошення, упродовж усього часу експлуатації Інгулецької зрошувальної системи використовуються різні варіанти технології формування якості води, яка б задовольняла вимоги до зрошувальної води.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблема якості води Інгулецької системи була і залишається актуальною. Дослідження формування якості води Інгулецької зрошувальної системи здійснювали науковці О.М. Алмазов, В.Г. Ткачук, В.В. Морозов, В.М. Нежлукченко, Є.Г. Волочнюк, О.В. Морозов, Є.В. Козленко, П.І. Ковальчук, Р.Ю. Коваленко, В.К. Хільчевський, Р.Л. Кравчинський, О.В. Чунарьов та інші [1–10].

**Мета роботи** – дослідження особливостей формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році та оцінювання придатності води для зрошення за чинними стандартами.

**Матеріали та методика досліджень.** У дослідженні використані результати, одержані авторами статті. Методи досліджень: польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

**Результати досліджень.** Для оцінки якості зрошувальної води була закладена моніторингова мережа спостережень – точка відбору проб води на пікеті (ПК) 48 Інгулецького магістрального каналу.

Згідно із затвердженим Регламентом концентрація хлоридів у поливній воді не повинна перевищувати 350 мг/дм$^3$. За період дослідження вміст хлоридів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався від 367 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 193 мг/дм$^3$ (станом на 26.06.). Середнє значення вмісту хлоридів у зрошувальній воді за період дослідження становило 263 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту хлоридів ($Cl^-$) і рівняння регресії у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 1.

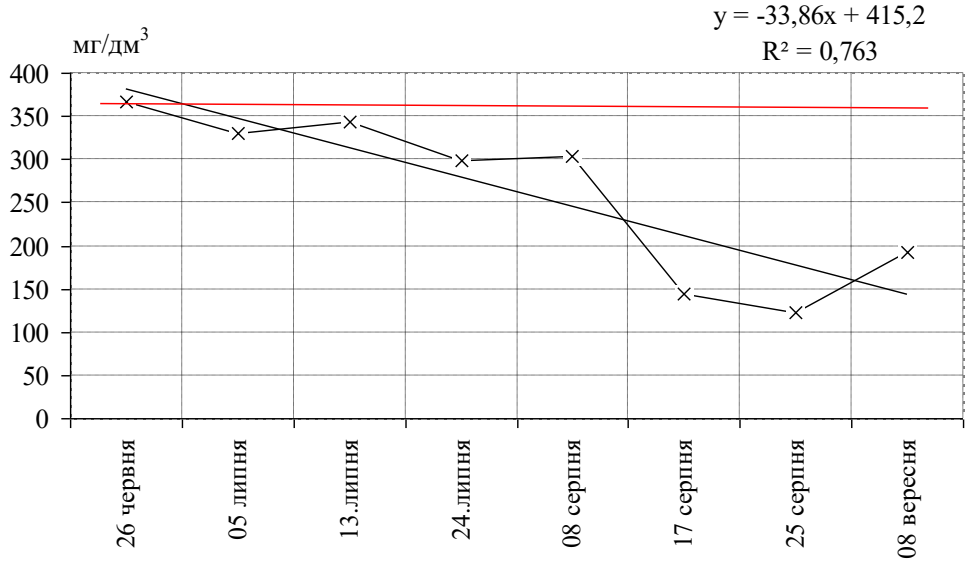



***Рис. 1. Динаміка показника вмісту хлоридів ($Cl^-$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)***

Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня унаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла Головної насосної станції «антиріч-кою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не є типовою для Інгулецької зрошувальної системи, це є окремим випадком, який потребує детального аналізу. Водночас для формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антиріч-ка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів Головної насосної станції, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження [4].

Протягом поливного періоду 2021 року показник умісту сульфатів ($SO_4^{2-}$) у зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 524 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 225 мг/дм$^3$ (станом на 25.08). Середнє значення вмісту сульфатів за період дослідження становило 410 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту сульфатів ($SO_4^{2-}$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 2.

Протягом поливного періоду 2021 року показник умісту гідрокарбонатів ($HCO^{3-}$) у зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 193 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 165 мг/дм$^3$ (станом на 08.09). Середнє значення вмісту гідрокарбонатів становило 184 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту гідрокарбонатів ($HCO^{3-}$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу у 2021 році представлена на рис. 3.

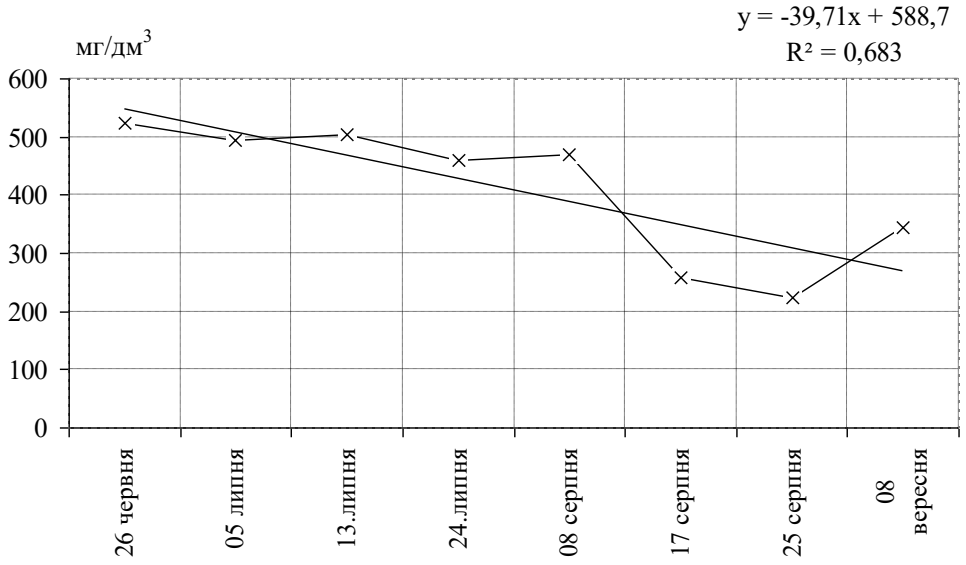



***Рис. 2. Динаміка показника вмісту сульфатів ($SO_4^{2-}$) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

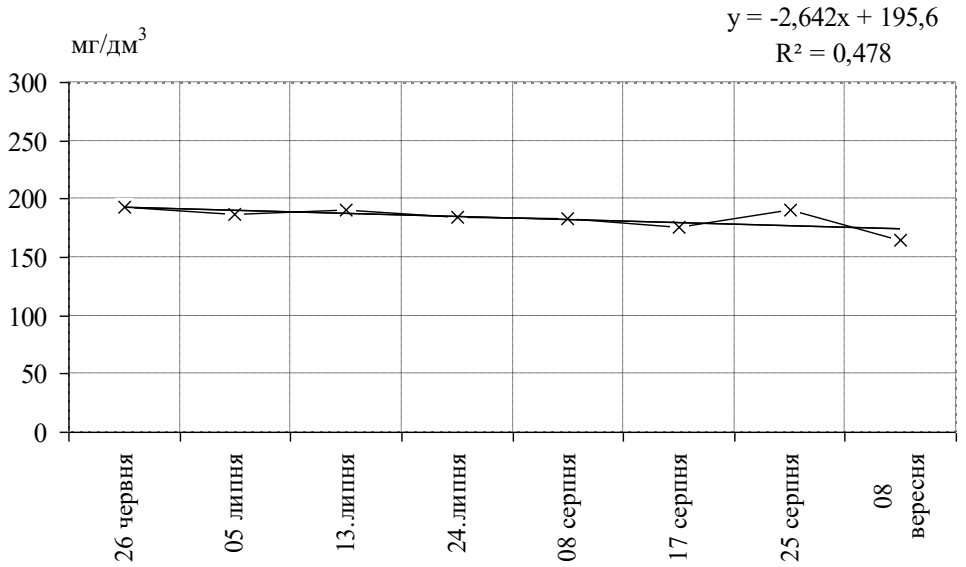



***Рис. 3. Динаміка показника вмісту гідрокарбонатів ($HCO^{3-}$) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

Протягом поливного періоду 2021 року показник умісту кальцію у зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 128 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 79 мг/дм$^3$ (станом на 25.08). Середнє значення вмісту кальцію становило 108 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту іонів кальцію ($Ca^{2+}$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 4.

Протягом періоду дослідження показник умісту магнію у зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 83 мг/дм$^3$ (станом на 26.06.) до 79 мг/дм$^3$ (станом на 25.08.). Середнє значення вмісту магнію становило 34 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту іонів магнію ($Mg^{2+}$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 5.

Протягом поливного періоду 2021 року показник умісту іонів натрію і калію у зрошувальної воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 255 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 92 мг/дм$^3$ (станом на 25.08). Середнє значення вмісту натрію і калію становило 184 мг/дм$^3$. Динаміка вмісту іонів натрію ($Na^+$) і калію ($K^+$) у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу під час поливного періоду 2021 року представлена на рис. 6.

Протягом поливного періоду 2021 року показник мінералізації зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 1550 мг/дм$^3$

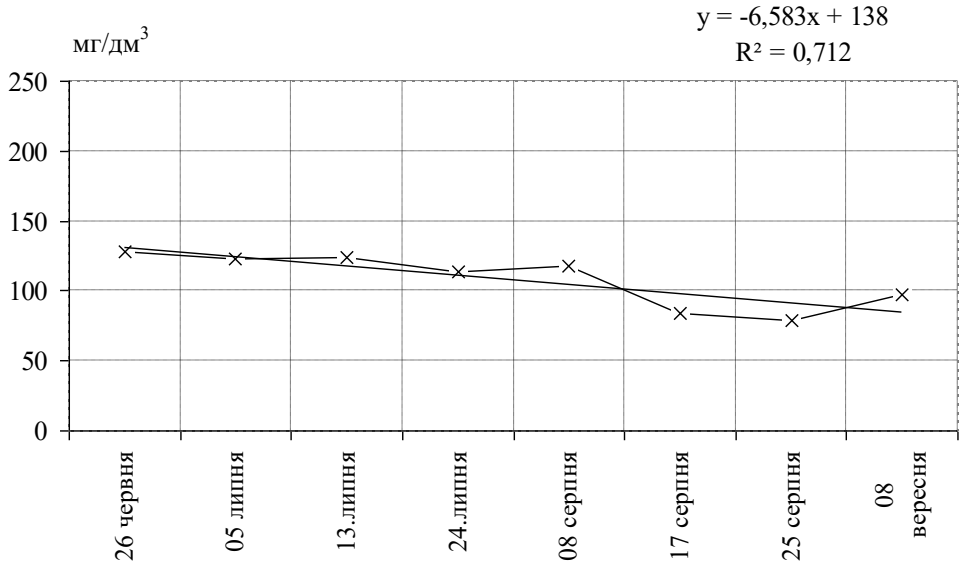



***Рис. 4. Динаміка показника вмісту кальцію ($Ca^{2+}$) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

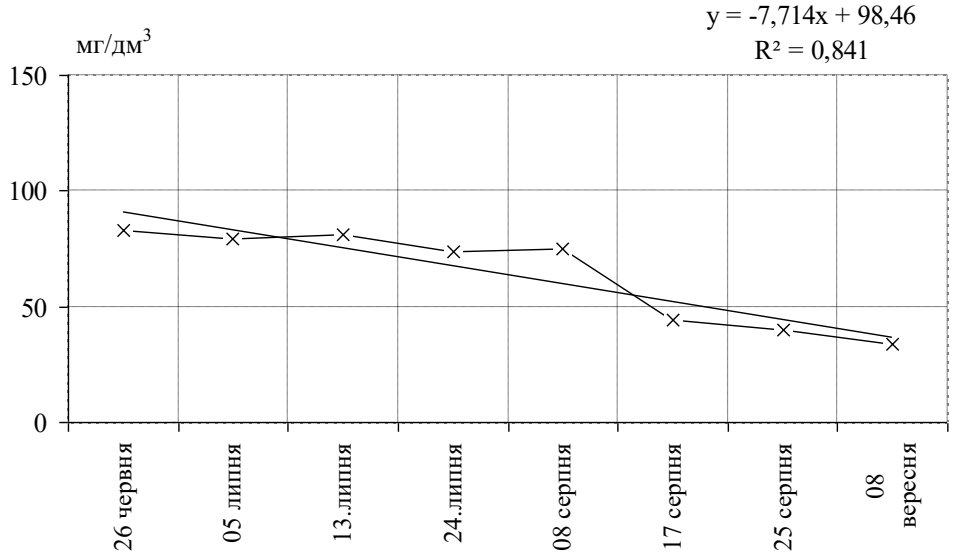



***Рис. 5. Динаміка показника вмісту магнію ($Mg^{2+}$) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

(станом на 26.06) до 750 мг/дм³ (станом на 25.08). Значення середньої мінералізації зрошувальної води становило 1215 мг/дм³. Динаміка зміни показника мінералізації зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 7.

Водневий показник (pH) зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 р. коливався у межах від 7,0 (станом на 26.06) до 6,6 (станом на 25.08). Середнє значення pH у зрошувальній воді становило 6,8. Динаміка зміни pH у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 8.

Жорсткість води – показник, який характеризує властивість води, зумовлену наявністю в ній розчинених солей кальцію і магнію. Протягом поливного періоду 2021 року показник жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 13,0 мг-екв/дм³ (станом на 26.06) до 6,8 мг-екв/дм³ (станом на 05.07). Середня жорсткість зрошувальної води становила 10,1 мг/дм³. Динаміка зміни показника жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу протягом поливного періоду 2021 року представлена на рис. 9.

Нині в Україні критерії якості води для зрошення регламентуються кількома чинними нормативними документами, зокрема державним стандартом України «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» (далі – ДСТУ 2730:2015) [10] і Постановою Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 № 766 «Про нормативи еко-

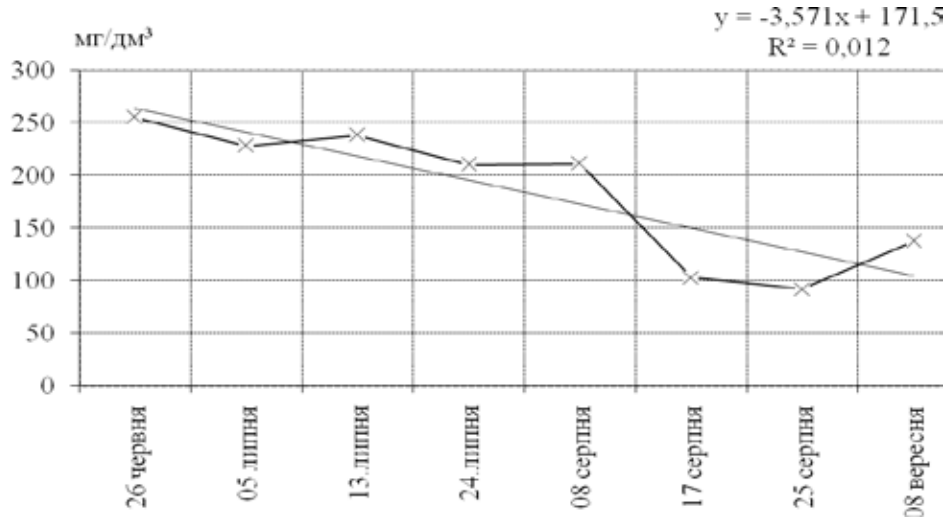



***Рис. 6. Динаміка показника вмісту натрію ($Na^+$) і калію ($K^+$) у зрошувальній воді Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

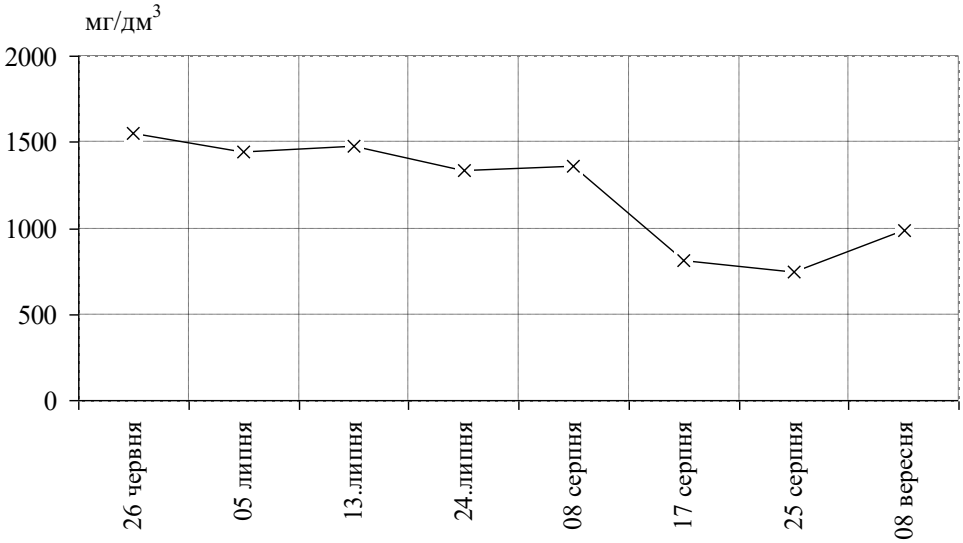



***Рис. 7. Динаміка показника мінералізації зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

логічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням» (далі – Постанова КМУ № 766) [11].

У ДСТУ 2730:2015 під час оцінки якості води враховуються основні типи зрошуваних ґрунтів, їхня протисолонцювальна буферність і гранулометричний склад [10]. У Постанові КМУ № 766 застосовується єдиний критерій. Водночас у Постанові КМУ № 766 указано на ДСТУ 2730:2015 як на один із нормативних документів із стандартизації, що використовуються для забезпечення належного застосування і дотримання нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами [11].

Згідно із ДСТУ 2730:2015 під час оцінювання якості зрошувальної води виділяють три класи її придатності:

– І клас – придатна для зрошення без обмежень;

– воду ІІ класу використовують для зрошення за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів або поліпшення якості води до показників І класу;

– вода ІІІ класу – її показники виходять за межі значень, встановлених для води ІІ класу; вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу [10].

Постановою КМУ № 766 установлено три види нормативів екологічно безпечного зрошення та управління поливами:

– полив безпечний;

– полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів;

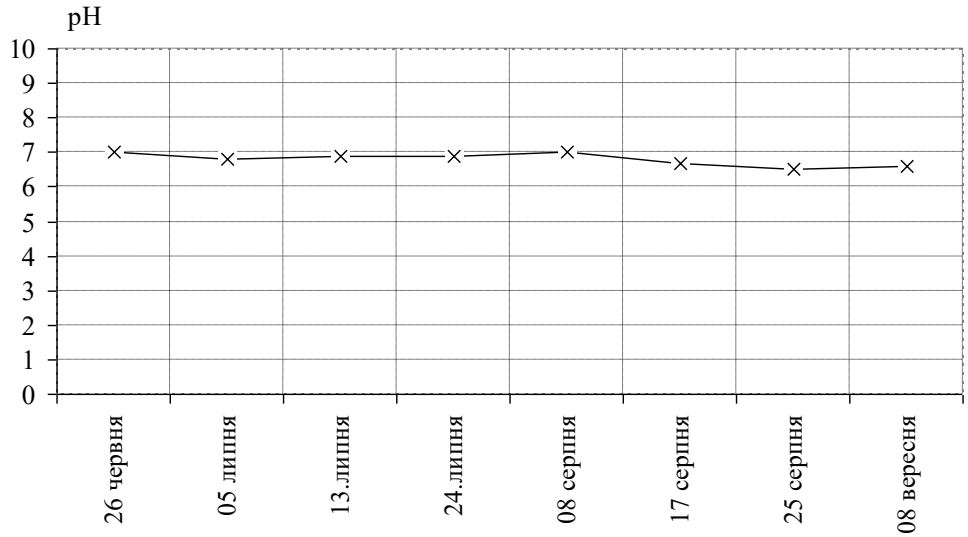



***Рис. 8. Динаміка показника pH зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи (2021 рік)***

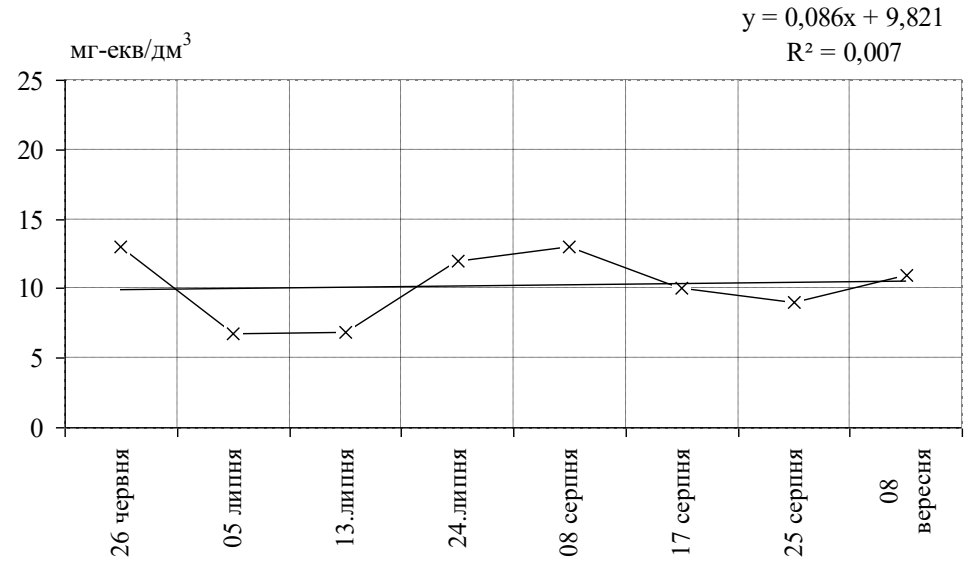



***Рис. 9. Динаміка показника жорсткості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу (2021 рік)***

– полив заборонено [11].

За результатами моніторингових досліджень визначено гідрохімічний склад зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи. За період із 26 червня по 8 вересня 2021 року виконано комплексну порівняльну оцінку якості поливної води Інгулецької зрошувальної системи за агрономічними критеріями згідно із ДСТУ 2730:2015 і Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (табл. 1-4).

**За небезпекою іригаційного засолення ґрунту** в умовах Інгулецької зрошувальної системи якість води визначається за концентрацією суми токсичних іонів (у еквівалентах хлорид-іонів). Згідно із «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» вода І класу придатна для зрошення без обмежень для середньосуглинкових (менше ніж 18 мекв/дм$^3$) та важко-суглинкових ґрунтів (менше ніж 14 мекв/дм$^3$); ІІ класу (від 10 до 20 мекв/дм$^3$) та І класу (менше ніж 10 мекв/дм$^3$) – для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 у разі концентрації токсичних іонів (в еквівалентах хлорид-іонів) у зрошувальній воді менше 14 мекв/дм$^3$ полив є безпечним, але з урахуванням ІІ класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 1).

**За небезпекою підлуження ґрунту**, яку оцінюють за водневим показником (pH), токсичною лужністю і лужністю від нормальних карбонатів згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до І класу (придатна для зрошення без обмежень). Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (кислотність зрошувальних вод (pH) менше 8,0; вміст аніону $CO_3^{2}$ у зрошувальній воді відсутній та з урахуванням І класу води за агрономічними критеріями) полив є безпечним (табл. 2).

**За небезпекою осолонцювання ґрунту** якість води визначається за співвідношенням у відсотках суми луж-

Таблиця 1

**Оцінювання якості зрошувальної води ІЗС за небезпекою іригаційного засолення ґрунту (2021 рік)**

| Дати | За ДСТУ 2730:2015 | | | | | | Згідно з Постановою КМУ № 766 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | групи грунтів ІЗС за їхнім гранулометричним складом у шарі 0-100 см | | | | | | концентрація токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів в зрошувальній воді, мекв/дм$^3$ | норматив |
| | середньо-суглинковий | | важко-суглинковий | | глинистий | | | |
| | концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм$^3$ | клас якості води | концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм$^3$ | клас якості води | концентрація токсичних іонів в еквівалентах хлорид-іонів, мекв/дм$^3$ | клас якості води | | |
| 26.06.2021 | 12,4 | I | 12,4 | I | 12,4 | II | 12,4 | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 05.07.2021 | 11,3 | I | 11,3 | I | 11,3 | II | 11,3 | |
| 13.07.2021 | 11,7 | I | 11,7 | I | 11,7 | II | 11,7 | |
| 24.07.2021 | 10,27 | I | 10,27 | I | 10,27 | II | 10,27 | |
| 08.08.2021 | 10,4 | I | 10,4 | I | 10,4 | II | 10,4 | |
| 17.08.2021 | 5,36 | I | 5,36 | I | 5,36 | I | 5,36 | полив безпечний |
| 25.08.2021 | 4,75 | I | 4,75 | I | 4,75 | I | 4,75 | полив безпечний |
| 08.09.2021 | 6,87 | I | 6,87 | I | 6,87 | I | 6,87 | полив безпечний |
| Середнє | 9,13 | I | 9,13 | I | 9,13 | I | 9,13 | полив безпечний |

Таблиця 2

**Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою підлуження ґрунту (2021 р.)**

| Дати | За ДСТУ 2730:2015 | | | | Згідно з Постановою КМУ № 766 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | $CO^{-2}_{3,}$ мекв/дм$^3$ | $HCO^{-}_{3}$ - '-$Ca^{2+}$, мекв/дм$^3$ | Клас якості води | pH води | Норматив |
| 26.06.2021 | 7,0 | - | 1,41 | I | 7,0 | полив безпечний |
| 05.07.2021 | 6,8 | - | 1,31 | I | 6,8 | полив безпечний |
| 13.07.2021 | 6,9 | - | 1,38 | I | 6,9 | полив безпечний |
| 24.07.2021 | 6,9 | - | 1,27 | I | 6,9 | полив безпечний |
| 08.08.2021 | 7,0 | - | 1,25 | I | 7,0 | полив безпечний |
| 17.08.2021 | 6,7 | - | 1,13 | I | 6,7 | полив безпечний |
| 25.08.2021 | 6,5 | - | 1,38 | I | 6,5 | полив безпечний |
| 08.09.2021 | 6,6 | - | 0,95 | I | 6,6 | полив безпечний |
| Середнє | 6,8 | - | 1,26 | I | 6,8 | полив безпечний |

них катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів. Згідно із СТУ 2730:2015 водою І класу вважається вода для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів (співвідношення менш ніж 70% за І класом води за небезпекою підлуження). Вода І класу для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних (співвідношення менш ніж 50% за І класом води за небезпекою підлуження). **Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні – вода ІІІ класу (співвідношення понад 45% за І класом води за небезпекою підлуження), тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу;** у липні та на початку серпня – вода ІІ класу (співвідношення від 40 до 45% за І класом води за небезпекою підлуження), тобто вода обмежено придатна, її використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів; із середини серпня та у вересні – вода І класу (співвідношення менше ніж 40 за І класом води за небезпекою підлуження), тобто вода придатна для зрошення.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 відповідний показник – уміст лужних катіонів натрію і калію у зрошувальній воді (у відсотках суми катіонів) – у переважній більшості менше 45, але з урахуванням якості води за агрономічними показниками: у червні – полив заборонено, у липні та на початку серпня – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, із середини серпня та у вересні – полив безпечний (табл. 3).

**За небезпекою токсичного впливу води на рослини** під час поливів дощуванням якість оцінюють із урахуванням водневого показника pH, умістом лужності від нормальних карбонатів, умістом аніонів хлору і токсичних іонів, еквівалентів хлору. Згідно із ДСТУ 2730:2015 вода ІІ класу (карбонати відсутні, вміст токсичних іонів, еквівалентів хлору менш ніж 15, pH від 6,5 до 7,5, але вміст аніонів хлору від 3,0 до 15,0).

Згідно з Постановою КМУ № 766 за відповідними показниками та з урахуванням ІІ класу води за агрономічними критеріями полив є можливим за умови застосування відновлювальних заходів (табл. 4).

До відновлювальних профілактичних агромеліоративних заходів відносяться: покращення якості води і корегування режимів зрошення, внесення кальцієвмісних меліорантів (гіпс, фосфогіпс, дроблений вапняк, дефекат) і нормативних доз органічних добрив, введення у сівозміни багаторічних трав і сидератів.

**Висновки.**

1. Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремим випадком. Водночас задля формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антирічка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження.

2. За небезпекою іригаційного засолення ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015. (за концентрацією токсичних іонів у еквівалентах хлорид-іонів у зрошувальній воді) вода І класу є придатною для зрошення без обмежень для середньосуглинкових (менше ніж 18 мекв/дм$^3$) та важко-суглинкових ґрунтів (менше ніж 14 мекв/дм$^3$);

Таблиця 3

**Оцінка якості зрошувальної води ІЗС за небезпекою осолонцювання ґрунту (2021 р.)**

| Дати | За ДСТУ 2730:2015 | | | | | | Згідно з Постановою КМУ № 766 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Темно-каштанові і каштанові суглинкові, середньо- і високобуферні грунти | | Чорноземні грунти суглинкові середньо- і високобуферні | | Чорноземні грунти глинисті середньо- і високобуферні | | Уміст лужних катіонів натрію і калію у воді, відсотків суми катіонів | Норматив |
| | Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, % | Клас якості води | Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, % | Клас якості води | Співвідношення суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів, % | Клас якості води | | |
| 26. 6.2021 | 45,14 | I | 45,14 | I | 45,14 | III | 45,14 | полив заборонено |
| 05.07.2021 | 43,97 | I | 43,97 | I | 43,97 | II | 43,97 | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 13.07.2021 | 44,61 | I | 44,61 | I | 44,61 | II | 44,61 | |
| 24.07.2021 | 43,68 | I | 43,68 | I | 43,68 | II | 43,68 | |
| 08.08.2021 | 43,22 | I | 43,22 | I | 43,22 | II | 43,22 | |
| 17.08.2021 | 36,45 | I | 36,45 | I | 36,45 | I | 36,45 | полив безпечний |
| 25.08.2021 | 35,62 | I | 35,620 | I | 35,62 | I | 35,62 | полив безпечний |
| 08.09.2021 | 39,09 | I | 39,09 | I | 39,09 | I | 39,09 | полив безпечний |
| Середнє | 41,47 | I | 41,47 | I | 41,47 | II | 41,47 | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |

Таблиця 4

**Оцінка якості зрошувальної води Інгулецької зрошувальної системи за небезпекою її токсичного впливу на рослини під час поливів дощуванням (2021 р.)**

| Дати | Згідно із ДСТУ 2730:2015 | | | | | Згідно з Постановою КМУ № 766 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | pH | $CO^{-2}_3$ | $Cl^-$ | Токсичні іони, еквівалентів $Cl^-$ | Клас якості води | Норматив |
| | | мекв/дм$^3$ | | | | |
| 26.06.2021 | 7,0 | - | 10,35 | 12,4 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 05.07.2021 | 6,8 | - | 9,31 | 11,3 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 13.07.2021 | 6,9 | - | 9,7 | 11,7 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 24.07.2021 | 6,9 | - | 8,41 | 10,27 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 08.08.2021 | 7,0 | - | 8,55 | 10,4 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 17.08.2021 | 6,7 | - | 4,09 | 5,36 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 25.08.2021 | 6,5 | - | 3,47 | 4,75 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| 08.09.2021 | 6,6 | - | 5,44 | 6,87 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |
| Середнє | 6,8 | - | 7,42 | 9,13 | II | полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів |

II (від 10 до 20 мекв/дм$^3$) та I (менше ніж 10 мекв/дм$^3$) класу – для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою № 766 (менше 14 мекв/дм$^3$) полив є безпечним, але з урахуванням II класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів.

3. За небезпекою підлуження ґрунту, яку оцінюють за водневим показником (pH), токсичною лужністю та лужністю від нормальних карбонатів, згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до I класу (придатна для зрошення без обмежень). Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 (кислотність зрошувальних вод, pH – менше 8,0; вміст аніону $CO_3^2$ у зрошувальній воді відсутній та з урахуванням I класу води за агрономічними критеріями) полив є безпечним.

4. За небезпекою осолонцювання ґрунту (за співвідношенням у відсотках суми лужних катіонів натрію і калію до суми всіх катіонів) згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода I класу для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів та для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних. **Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні вода була III класу, тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу;** у липні та на початку серпня вода була II класу, тобто вода обмежено придатна, її використовують за умови обов'язкового застосування комплексу заходів щодо запобігання деградації ґрунтів; із середини серпня та у вересні – вода I класу, тобто вода придатна для зрошення. Згідно з Постановою № 766 з урахуванням якості води за агрономічними показниками у червні полив заборонено, у липні та на початку серпня полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, із середини серпня та у вересні полив є безпечним.

5. За небезпекою токсичного впливу води на рослини під час поливів дощуванням із урахуванням водневого показника pH, вмісту лужності від нормальних карбонатів, вмісту аніонів хлору і токсичних іонів, еквівалентів хлору згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода II класу (карбонати відсутні, вміст токсичних іонів та еквівалентів хлору – менш ніж 15, pH від 6,5 до 7,5, але вміст аніонів хлору від 3,0 до 15,0). Згідно з Постановою КМУ № 766 за відповідними показниками та з урахуванням II класу води за агрономічними критеріями полив є можливим за умови застосування відновлювальних заходів.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Алмазов А.М. Прогноз химического состава воды для орошения и обводнения правобережних ингулецких земельних массивов и водоснабжения г. Николаева. Киев: 1957. 32 с.
2. Ткачук В.Г. и др. Изменение мелиоративно-гидрогеологических условий водораздельных массивов под влиянием орошения: монография. Киев: Урожай, 1970. 248 с.
3. Землі Інгулецької зрошувальної системи: стан та ефективне використання / За наук. ред. В.О. Ушкаренка, Р.А. Вожегової. Київ: Аграр. наука, 2010. 352 с.
4. Морозов В.В., Козленко Є.В. Інгулецька зрошувальна система: покращення якості поливної води: монографія. Херсон: ПП «ЛТ-Офіс», 2015. 210 с.
5. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Новий варіант технології формування якості води Інгулецької зрошувальної системи при відновленні проектної площі зрошення. *Таврійський науковий вісник. Сільськогосподарські науки.* Херсон, 2021. № 119. С. 43-51.

6. Морозов В.В., Нежлукченко В.М., Волочнюк Є.Г. Формування якості зрошувальної води на Інгулецькому масиві. Херсон: Колос, 2004. 228 с.
7. Козленко Є.В., Морозов О.В., Морозов В.В. Інгулецька зрошувальна система: стан, проблеми та перспективи розвитку: монографія. За ред. О.В. Морозова. Херсон: Айлант, 2020. 204 с.
8. Коваленко Р.Ю., Ковальчук П.І. Аналіз методів управління якістю води для зрошення при промивках русла р. Інгулець дніпровською водою. *Індуктивне моделювання складних систем.* Київ, 2014. Випуск 6. С. 90-96.
9. Хільчевський В.К., Кравчинський Р.Л., Чунарьов О.В. Гідрохімічний режим та якість води Інгульця в умовах техногенезу. Київ: Ніка-Центр, 2012. 180 с.
10. Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В., Біднина І.О. Оцінка якості зрошувальної води в системі еколого-меліоративного моніторингу. *Водні біоресурси та аквакультура. Сільськогосподарські науки.* 2020. № 2. С. 192-209.
11. ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії. Вид. офіц. Київ: Мінекономрозвитку України, 2015. 9 с.
12. Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням: Постанова Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 р. № 766. *Офіційний вісник України*. 2020. № 73. С. 27-31.

**REFERENCES:**

1. Almazov, A.M. (1957). Prognoz himicheskogo sostava vodyi dlya orosheniya i obvodneniya pravoberezhnih inguletskih zemelnih massivov i vodosnabzheniya g. Nikolaeva [Forecast of the chemical composition of water for irrigation and watering of the right-bank Ingulets land massifs and water supply for the city of Nikolaev]. Kiev [in Russian].
2. Izmenenie meliorativno-gidrogeologicheskih usloviy vodorazdelnyih massivov pod vliyaniem orosheniya: monografiya [Change of meliorative-hydrogeological conditions of watersheds under the influence of irrigation: monograph] / V.G. Tkachuk et al. (1970). Kiev: Urozhay [in Russian].
3. Zemli Inhuletskoi zroshuvalnoi systemy: stan ta efektyvne vykorystannia [Lands of the Ingulets irrigation system: condition and effective use] / for science. ed. V.O. Ushkarenka, R.A. Vozhehovoi (2010). Kyiv: Ahrar. nauka [in Ukrainian].
4. Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V. (2015). Inhuletska zroshuvalna systema: pokrashchennia yakosti polyvnoi vody: monohrafiia [Ingulets irrigation system: improving the quality of irrigation water: monograph]. Kherson: PP «LT-Ofis» [in Ukrainian].
5. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2021). Novyi variant tekhnolohii formuvannia yakosti vody Inhuletskoi zroshuvalnoi systemy pry vidnovlenni proektnoi ploshchi zroshennia [A new variant of the technology of water quality formation of the Ingulets irrigation system during the restoration of the design area of irrigation]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Silskohospodarski nauky – Taurian Scientific Bulletin*. *Agricultural sciences,* 119, 43-51 [in Ukrainian].
6. Morozov, V.V., Nezhlukchenko, V.M., & Volochniuk, Ye.H. (2004). Formuvannia yakosti zroshuvalnoi vody na Inhuletskomu masyvi [ Formation of irrigation water quality on the Ingulets massif]. Kherson: Kolos [in Ukrainian].
7. Kozlenko, Ye.V., Morozov, O.V., & Morozov, V.V. (2020). Inhuletska zroshuvalna systema: stan, problemy ta perspektyvy rozvytku: monohrafiia [Ingulets irrigation system: state, problems and prospects of development: monograph]. Kherson: Ailant [in Ukrainian].
8. Kovalenko, R.Iu., Kovalchuk, P.I. (2014). Analiz metodiv upravlinnia yakistiu vody dlia zroshennia pry promyvkakh rusla r. Inhulets dniprovskoiu vodoiu [Analysis of water quality management methods for irrigation during washing of the Ingulets riverbed with Dnieper water]. *Induktyvne modeliuvannia skladnykh system – Inductive modeling of complex systems*, 6, 90-96 [in Ukrainian].
9. Khilchevskyi, V.K., Kravchynskyi, R.L., & Chunarov, O.V. (2012). Hidrokhimichnyi rezhym ta yakist vody Inhultsia v umovakh tekhnohenezu [Hydrochemical regime and water quality of Ingulets in the conditions of technogenesis]. Kyiv: Nika-Tsentr [in Ukrainian].
10. Morozov, O.V., Morozov, V.V., Kozlenko, Ye.V., & Bidnyna, I.O. (2020). Otsinka yakosti zroshuvalnoi vody v systemi ekoloho – melioratyvnoho monitorynhu [Assessment of irrigation water quality in the system of ecological and reclamation monitoring]. *Vodni bioresursy ta akvakultura: silskohospodarski nauky – Aquatic bioresources and aquaculture: agricultural sciences*, 2, 192-209 [in Ukrainian].
11. DSTU 2730:2015. Zakhyst dovkillia. Yakist pryrodnoi vody dlia zroshennia. Ahronomichni kryterii [SSU 2730:2015. Environmental Protection. Quality of natural water for irrigation. Agronomic criteria]. Kyiv: Minekonomrozvytku Ukrainy [in Ukrainian].
12. Pro normatyvy ekolohichno bezpechnoho zroshennia, osushennia, upravlinnia polyvamy ta vodovidvedenniam [About norms of ecologically safe irrigation, drainage, management of irrigations and drainage]. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 02.09.2020 № 766. Ofitsiinyi visnyk Ukrainy. [in Ukrainian].

**Морозов О.В., Морозов В.В., Козленко Є.В.**
**Особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році**

**Мета.** Дослідження особливості формування гідрохімічного режиму зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу у 2021 році та оцінювання придатності води для зрошення за чинними стандартами.

**Методи.** Польовий експеримент, лабораторні аналізи води за стандартними методиками, системний підхід і системний аналіз, узагальнення даних, порівняння.

**Результати.** Задля оцінки якості зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу закладено моніторингову мережу спостережень: точку відбору проб води на пікеті 48 Інгулецького магістрального каналу. Протягом періоду дослідження показник мінералізації зрошувальної води Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 1550 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до 750 мг/дм$^3$ (станом на 25.08). Показник середньої мінералізації зрошувальної води становив 1215 мг/дм$^3$. Протягом періоду дослідження показник вмісту хлоридів у зрошувальній воді Інгулецького магістрального каналу коливався у межах від 367 мг/дм$^3$ (станом на 26.06) до

193 мг/дм$^3$ (станом на 26.06). Середнє значення вмісту хлоридів у зрошувальній воді за період досліджень становило 263 мг/дм$^3$. Зменшення вмісту хлоридів у зрошувальній воді у серпні-вересні пояснюється тим, що у другій половині серпня внаслідок сприятливих умов за руслом р. Інгулець до гирла ГНС «антирічкою» була підтягнута дніпровська вода. Але така ситуація не відбувається щорічно, це є окремим випадком. Водночас для формування більш-менш задовільної якості води під час застосування технології «антирічка» потрібна постійна цілодобова робота не менш ніж чотирьох агрегатів ГНС, але і це не забезпечить постійну стабільну задовільну якість води, про що свідчать багаторічні дослідження. Нами виконано оцінку якості води за чинними нормативними документами, а саме за державним стандартом України «ДСТУ 2730:2015. Захист довкілля. Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» та за Постановою Кабінету Міністрів України від 02.09.2020 № 766 «Про нормативи екологічно безпечного зрошення, осушення, управління поливами та водовідведенням».

**Висновки.** За небезпекою іригаційного засолення ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015. – вода І класу (придатна для зрошення без обмежень) для середньосуглинкових та важко-суглинкових ґрунтів; ІІ та І класу для глинистих ґрунтів. Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 – полив безпечний, але з урахуванням ІІ класу якості за агрономічними критеріями – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів. За небезпекою підлуження ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015 вода відноситься до І класу, згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 766 – полив безпечний. За небезпекою осолонцювання ґрунту згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода І класу для темно-каштанових і каштанових суглинкових середньо- і високобуферних ґрунтів та для чорноземних ґрунтів суглинкових середньо- і високобуферних. Для чорноземних ґрунтів глинистих середньо- і високобуферних у червні – вода ІІІ класу, тобто вода непридатна для зрошення без попереднього поліпшення її складу; у липні та на початку серпня – вода ІІ класу, із середини серпня та у вересні – вода І класу. Згідно з Постановою КМУ № 766: у червні – полив заборонено, у липні та на початку серпня – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів, із середини серпня та у вересні – полив безпечний. За небезпекою токсичного впливу води на рослини згідно із ДСТУ 2730:2015 – вода ІІ класу, згідно з Постановою КМУ № 766 – полив можливий за умови застосування відновлювальних заходів.

**Ключові слова:** зрошення, ґрунти, промивка, якість води, придатність для зрошення.

**Kozlenko Y.V., Morozov O.V., Morozov V.V. Features of the formation of the hydrochemical regime of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021**

**Purpose.** To Investigate the peculiarities of the formation of the hydrochemical regime of irrigation water of the Ingulets main canal in 2021 and assess the suitability of water for irrigation according to the current standards.

**Methods.** Field experiment, laboratory analyses of water according to standard methods, systemic approach and systemic analysis, data generalization, comparison.

**Results.** To assess the quality of irrigation water of the Ingulets main canal, a monitoring network of observations was established: a water sampling point at Picket 48 of the Ingulets main canal. During the study period, the mineralization of irrigation water of the Ingulets main canal ranged from 1550 mg / dm$^3$ (as of June 26) to 750 mg / dm$^3$ (on August 25). The average mineralization of irrigation water was 1215 mg / dm$^3$. During the research period, the content of chlorides in irrigation water of the Ingulets main canal ranged from 367 mg / dm$^3$ (as of June 26) to 193 mg / dm$^3$ (as of June 26). The average value of chloride content in irrigation water during the study period was 263 mg / dm$^3$. The decrease in the content of chlorides in irrigation water in August-September is explained by the fact that in the second half of August, due to favorable conditions along the Ingulets riverbed, the Dnieper water was drawn to the mouth of the Main pumping station by the "anti-river". But this situation does not happen every year, it is a special case. At the same time, for the formation of more or less satisfactory water quality with the use of "anti-river" technology requires constant round-the-clock operation of at least four Main pumping station units, but it will not provide constant stable satisfactory water quality, as evidenced by many years of research. The water quality assessment was performed according to the current normative documents, namely: the state standard of Ukraine “DSTU 2730: 2015. Environmental Protection. Quality of natural water for irrigation. Agronomic Criteria ”and the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated 02.09.2020 № 766 “On standards of ecologically safe irrigation, drainage, irrigation and drainage management”.

**Conclusions.** According to the danger of irrigation salinization of the soil according to DSTU 2730: 2015. – Class I water (suitable for irrigation without restrictions) for medium loam and heavy loam soils; Class II and I for clay soils. According to Resolution № 766 – irrigation is safe, but taking into account the II Class of quality according to agronomic criteria – irrigation is possible provided that of remedial measures are applied. According to the danger of soil alkalinization, according to DSTU 2730: 2015 – water belongs to the Class I, according to the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine № 766 – irrigation is safe. According to the danger of soil salinization – according to DSTU 2730: 2015 – Class I water for dark chestnut and chestnut loam medium- and high-buffer soils and for chernozem loam soils medium- and high-buffer. For chernozem clay soils of medium and high buffer – in June – water of the Class III, ie water is unsuitable for irrigation without preliminary improvement of its composition; in July and early August – class II water, from mid-August and in September – class I water. According to Resolution № 766: in June – watering is prohibited, in July and early August – irrigation is possible provided the remedial measures are applied, from mid-August and in September – watering is safe. According to the danger of toxic effects of water on plants according to DSTU 2730: 2015 – water of the Class II, according to the Resolution of the Cabinet of Ministers № 766 – irrigation is possible provided that application of restorative measures are applied.

**Key words:** irrigation, soils, washing, water quality, suitability for irrigation.

УДК 633.877.3;630*2(292.486)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.5

# ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФІТОМАСИ КРОНИ ДЕРЕВ СОСНИ ЗВИЧАЙНОЇ ПІВНІЧНОСТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

**ЛОВИНСЬКА В.М.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-7359-9443*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
**СИТНИК С.А.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-7646-6347*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
**ГРИЦАН Ю.І.** – доктор біологічних наук, професор
*https://orcid.org/0000-0002-7443-0930*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
**РОССИХІНА-ГАЛИЧА Г.С.** – молодший науковий співробітник
*https://orcid.org/0000-0002-5469-0014*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
**МАМРАК О.О.** – здобувач вищої освіти
*https://orcid.org/0000-0003-3561-8698*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет
**ПІСКОХА В.М.** – здобувач вищої освіти
*https://orcid.org/0000-0002 -8587-9522*
Дніпровський державний аграрно-економічний університет

**Постановка проблеми.**

Процес вирощування і використання біомаси для виробництва енергії має величезний потенціал, головний сенс якого полягає у тому, що як джерело енергії біомаса здатна обмежувати використання викопного палива. Нині саме стале використання біомаси лісів як основного відновлювального енергоресурсу є центральним завданням для багатьох європейських країн, зокрема Норвегії, Швеції, Фінляндії, Данії та інших [1].

В якості промислової сировини і джерела енергії традиційно використовується стовбур дерева. Однак зі зростанням попиту на паливо все більш поширеним стає використання біомаси інших компонентів надземної фітомаси дерев, зокрема, гілок [2]. Оцінка біопродуктивності лісів тісно пов'язана з еколого-фізіологічними моделями, заснованими на концепції розподілу асимілятів між частинами дерева під час його росту [3].

Вирішальну роль під час оцінювання гілок як додаткового джерела сировини відіграють якісні показники крони. Адже встановлення ефективності функціонування деревних насаджень із відповідним розробленням інформаційного забезпечення для визначення компонентів крони надземної фітомаси не є можливим за відсутності якісних показників щільності гілок, що характеризують фізико-механічні якості дерев у деревостанах [4].

Сосна звичайна належить до порід, у котрих протягом перших двох десятиріч формується густа крона, у цей період у зімкнених насадженнях під намет проникає мало світла і тепла. У таких насадженнях нагромаджується велика кількість органічного опаду і відсутній самосів, підріст деревних рослин і трав'яниста рослинність. Починаючи із третього десятиліття, крона сосни поступово зріджується і з цього періоду екологічна роль її залежить від повноти насаджень і зімкнутості [5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**. Продуктивність соснових деревостанів відзначається високою варіабельністю і може бути різною навіть за умови їхнього зростання в однакових лісових рослинних умовах. Параметричне оцінювання структури насаджень сосни і компонентів надземної фітомаси дерев, зокрема компонентів крони, більш ніж чверть століття здійснюється професором П. І. Лакидою і послідовниками його наукової школи [6; 7].

Наукові роботи, присвячені якісним характеристикам компонентів крони дерев сосни звичайної в умовах Байрачного Степу України, фактично відсутні, хоча існують публікації про особливості створення лісонасаджень в умовах Степу та їхнє функціонування за участю швидкорослих деревних порід із широкою амплітудою щодо дії лімітуючих екологічних чинників [8].

**Мета.** Визначення щільності деревини і кори гілок крони дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу із перспективою подальшого розроблення нормативного забезпечення для розрахунку фітомаси крони сосняків досліджуваного регіону.

**Матеріали та методика досліджень.** Дослідження показників параметрів крони модельних дерев сосни звичайної здійснювалося на тимчасових пробних площах (ТПП) у кількості 25 штук у межах Північного Степу України. Опис закладання ТПП та оцінювання таксаційних характеристик дерев сосни у межах дослідних ділянок детально описано в роботі [6].

Для визначення природної і базисної щільності деревини та кори гілок на закладених ТПП відібрано і зрубано 25 модельних дерев (МД). Відбір МД здійснено відповідно до вимог методу пропорційно-ступінчастого представництва. У різних частинах крони (верхній, середній та нижній) МД проведено відбір дослідних зрізків деревини та кори гілок товщиною 2–3 см. Оскільки діаметр зрізів модельних гілок дерева був незначним (< 5 см),

їхнє вимірювання визначали у 4-х точках периметру за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Визначення якісних показників щільності деревини та кори гілок здійснено із використанням методики проф. П. І. Лакиди та пакету прикладного програмного забезпечення ZRIZ і PLOT [6].

**Результати досліджень.** За результатами дослідження, середня частка гілок крони від усієї надземної фітомаси деревостану становить 6,34 %.

Середні значення як природної, так і базисної щільності деревини гілок є вищими за показники щільності кори на 14,5 і 25 % відповідно (табл. 1).

За порівняння середньої щільності гілок із даними П.І. Лакиди, О. М. Мельника для зони Полісся та Лісостепу України [6; 7] виявлено доволі значну розбіжність переважно для показників природної щільності (табл. 2). Природна щільність для всіх компонентів фітомаси крони сосни звичайної за результатами досліджень є значно нижчою, ніж ті ж самі показники для умов Полісся та Лісостепу. Водночас показник базисної щільності деревини гілок є вищим за базисну щільність, отриману П.І. Лакидою [6], тоді як порівняно із Волинською областю розрахована величина є значно нижчою [7]. Головною причиною такої невідповідності отриманих результатів є різні умови місцезростання досліджуваних деревостанів.

У табл. 3 представлені основні статистики таксаційних показників дерев і показники базисної щільності деревини, кори і деревини у корі гілок сосни.

Розподіл майже всіх якісних показників щільності гілок дерева відповідає вимогам нормального, оскільки отримані значення є нижчими за теоретичні ($A \leq 0{,}723$; $E \leq 0{,}843$). Винятком стали показники асиметрії та ексцесу для базисної щільності кори гілок, де відзначаються суттєві перевищення цих параметрів порівняно із критичними. Показники природної щільності гілок характеризуються від'ємними значеннями асиметрії, що свідчить про зсув кривої розподілу ліворуч. У свою чергу, базисна щільність для будь-якого дослідженого компоненту фітомаси гілок має додатні значення асиметрії, але від'ємні значення (крім щільності кори) ексцесу, що свідчить про плоску вершинність розподілу кривої.

Надалі нами проведено кореляційний аналіз тісноти зв'язків якісних компонентів фітомаси крони із таксаційними ознаками дерев (віком, діаметром та висотою дерева) (табл. 4).

За даними табл. 4, якісні показники компонентів крони мають слабкий обернений кореляційний зв'язок із усіма таксаційними характеристиками дерев. Зі збільшенням віку, діаметра та висоти дерев відбувається зменшення щільності компонентів фітомаси гілок. Слід зазначити, що сильніший зв'язок із досліджуваних ком-

Таблиця 1

**Середня щільність компонентів фітомаси гілок сосни звичайної**

| Вид | Щільність, кг·(м$^3$)$^{-1}$ | | |
|---|---|---|---|
| | деревина | Кора | деревина у корі |
| Природна | 850±23,8 | 727±30,9 | 828±21,7 |
| Базисна | 436±12,4 | 338±19,2 | 415±10,4 |

Таблиця 2

**Порівняльний аналіз середньої щільності гілок сосни звичайної**

| Щільність, кг·(м$^3$)$^{-1}$ | Компонент гілок | Регіон досліджень | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Байрачний Степ | Полісся і Лісостеп (П.І. Лакида) | Відхилення від Байрачного Степу, % | Полісся (П.І. Лакида, О.М. Мельник) | Відхилення від Байрачного Степу, % |
| природна | деревина | 850 | 931 | 9,5 | - | - |
| | кора | 727 | 993 | 36,6 | - | - |
| | деревина у корі | 828 | 938 | 13,3 | - | - |
| базис-на | деревина | 436 | 396 | -9,2 | 584 | 33,9 |
| | кора | 338 | 344 | 1,8 | 353 | 4,4 |

Таблиця 3

**Основні статистики природної і базисної щільності деревини та кори гілок**

| Щільність, кг·(м$^3$)$^{-1}$ | | Значення | | Статистики | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *min* | *max* | $\bar{X}$ | $\Sigma$ | *A* | *E* |
| природна | деревина | 621 | 1047 | 850 | 106,39 | -0,498 | 0,450 |
| | кора | 401 | 956 | 727 | 138,6 | -0,428 | 0,286 |
| | деревина у корі | 628 | 998 | 827 | 96,97 | -0,499 | 0,277 |
| базисна | деревина | 351 | 551 | 436 | 55,38 | 0,425 | -0,441 |
| | кора | 237 | 553 | 338 | 67,89 | 1,479 | 4,590 |
| | деревина у корі | 333 | 500 | 416 | 46,69 | 0,261 | -0,287 |

Таблиця 4

**Коефіцієнти кореляції щільності компонентів фітомаси стовбура соснових деревостанів із їхніми таксаційними показниками**

| Таксаційні показники | Щільність, кг·(м³)⁻¹ | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Природна | | | базисна | | |
| | деревина | кора | деревина у корі | деревина | кора | деревина у корі |
| Вік, років | -0,27 | -0,21 | -0,22 | -0,09 | -0,33 | -0,06 |
| Діаметр, см | -0,34 | -0,16 | -0,29 | -0,09 | -0,13 | -0,02 |
| Висота, м | -0,18 | -0,13 | -0,13 | -0,16 | -0,27 | -0,15 |

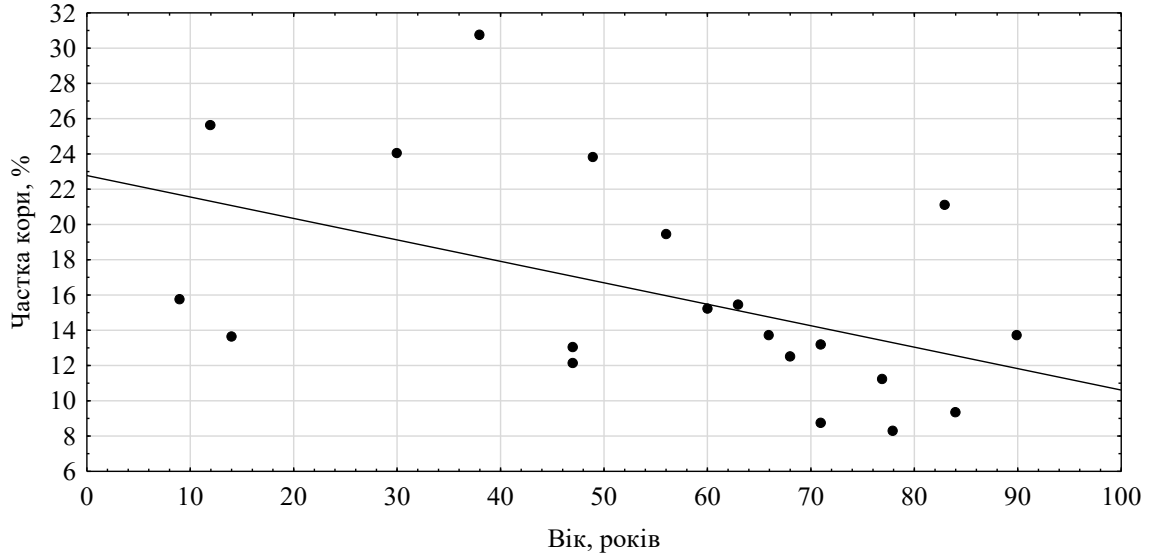



***Рис. 1. Динаміка частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом***

понентів простежується для природної щільності деревини, особливо за діаметром дерева ($r$=-0,34).

Тенденція до зниження величини щільності кори гілок особливо виражена як зі зростанням віку, так і під час збільшення діаметра і висоти дерева. На відміну від природної, базисна щільність кори залежить насамперед від віку дерева. Саме вік стає для цього параметру визначальним, що узгоджується із висновками О.І. Полубояринова [9]. Унаслідок динамічних змін конуса приросту гілки під час ростових процесів відбуваються зміни співвідношення деревини і кори, обумовлені різними фізіологічними потребами.

Частка кори на гілках зазвичай знижується з віком унаслідок збільшення ажурності крони дерев більш старшого віку та переважання товстих гілок [6]. Нисхідний характер зміни частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом залежно від віку демонструє рис. 1.

За даними рис. 1, зменшення величини частки кори є досить стрімким: якщо у молодняках вона становить близько чверті відсотків від усього об'єму свіжозрубаних гілок, то після досягнення 70-річного віку – менше 10,0 %.

**Висновки.**

1. Середня природна щільність деревини гілок становить 850 кг·(м³)⁻¹, кори гілок – 727 кг·(м³)⁻¹; середня базисна щільність деревини та кори гілок дорівнюють відповідно 436 кг·(м³)⁻¹ і 338 кг·(м³)⁻¹.

2. Зафіксована загальна тенденція до зниження значень як природної, так і базисної щільності деревини та кори гілок дерев зі збільшенням віку, діаметру та висоти дерева.

3. Порівняння показника середньої щільності гілок із таким показником, отриманим для інших природних зон України, виявило значну розбіжність переважно за показником природної щільності.

4. Із віком рослин для дерев сосни звичайної спостерігається нисхідний характер зміни частки кори гілок сосни звичайної за об'ємом.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Dibdiakova J., Vadla K. Basic density and moisture content of coniferous branches and wood in Northern Norway. *EPJ Web of Conferences*. 2012. № 33. 02005. DOI:10.1051/epjconf/20123302005.
2. Skovsgaard J. P., Bald C., Nord-Larsen T. Functions for biomass and basic density of stem crown and root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Denmark. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2011. № 26. P. 3–20. DOI: 10.1080/02827581.2011.564381.
3. Davidson R. L. Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover. *Ann. Bot.* 1969. № 33(131). P. 561–569.
4. Рябоконь А. П., Литаш Н. П. Физико-механические свойства древесины в культурах разной густоты. *Лесоведение*. 1981. № 11. С. 39–42.

5. Гордієнко, М. І., Гордієнко, Н. М. (2005). Лісівничі властивості деревних рослин. Київ: ТОВ «Вістка». 816 с.
6. Лакида П. І. *Фітомаса лісів України*: монографія. Тернопіль: Збруч, 2002. 256 с.
7. Лакида П. І., Мельник О. М. Якісні показники компонентів фітомаси стовбура та крони дерев основних лісоутворювальних порід Національного природного парку «Прип'ять-Стохід». *Лісівництво і агролісомеліорація*. 2015. Вип. 126. С. 60-65.
8. Бельгард А.Л. *Степное лесоведение*. Москва: Лесная промышленность, 1971. 336 с.
9. Полубояринов О. И. *Плотность древесины*. Москва: Лесная промышленность, 1976. 160 с.

**REFERENCES:**

1. Dibdiakova, J. & Vadla, K. (2012). Basic density and moisture content of coniferous branches and wood in Northern Norway. *EPJ Web of Conferences*. 33. 02005. DOI:10.1051/epjconf/20123302005.
2. Skovsgaard, J.P., Bald, C., Nord-Larsen, T. (2011). Functions for biomass and basic density of stem crown and root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in Denmark. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 26, 3-20. DOI: 10.1080/02827581.2011.564381.
3. Davidson, R. L. (1969). Effect of root/leaf temperature differentials on root/shoot ratios in some pasture grasses and clover. *Ann. Bot., 33*(131), 561–569.
4. Ryabokon, A. P, Litash, N. P. (1981). Fiziko-mekhanicheskie svojstva drevesiny v kul'turah raznoj gustoty. Lesovedenie, 11. [Physico-mechanical properties of wood in crops of different densities]. S. 39–42 [in Russian].
5. Gordiyenko, M. I., Gordiyenko, N. M. (2005). Lisivnychi vlastyvosti derevnyx roslyn. Kyyiv: TOV "Vistka". [Forestry properties of woody plants]. 816 s. [in Ukrainian].
6. Lakyda, P. I. (2002). Fitomasa lisiv Ukrayiny: monografiya. Ternopil: Zbruch [Forest phytomass of Ukraine]. 256 s. [in Ukrainian].
7. Lakyda, P. I., Mel`nyk O. M. (2015). Yakisni pokaznyky komponentiv fitomasy stovbura ta krony derev osnovnyx lisoutvoryuval`nyx porid Nacional`nogo pryrodnogo parku "Prypyat`-Stoxid". Lisivnycztvo i agrolisomelioraciya, 126. [Qualitative characteristics of trunk phytomass and crown components of forest forming species of national park "Prypiat-Stokhid"]. S. 60–65 [in Ukrainian].
8. Bel'gard, A. L. (1971). Stepnoe lesovedenie. Moskva: Lesnaya promyshlennost' [Steppe forestry]. 336 s. [in Russian].
9. Poluboyarinov, O. I. (1976). Plotnost' drevesiny. Moskva: Lesnaya promyshlennost'. [Wood density]. 160 s. [in Russian].

**Ловинська В.М., Ситник С.А., Грицан Ю.І., Россихіна-Галича Г.С., Мамрак О.О., Піскоха В.М. Якісні показники фітомаси крони дерев сосни звичайної Північностепової зони України**

**Мета.** Визначення щільності деревини та кори гілок крони дерев сосни звичайної в умовах Північного Степу із перспективою подальшого розроблення нормативного забезпечення визначення фітомаси крони сосняків досліджуваного регіону.

**Методи.** Задля визначення природної і базисної щільності деревини та кори гілок закладено тимчасові пробні площі у кількості 25 штук, де для встановлення зазначених параметрів зрубано 25 модельних дерев. Дослідні зрізи деревини та кори проведено на трьох модельних гілках із різних частин крони. Вимірювання зрізів модельних гілок здійснено у 4-х точках периметру за двома взаємно перпендикулярними напрямками. Якісні показники щільності деревини та кори гілок ми визначали із використанням методики проф. П. І. Лакиди та із залученням пакету прикладного програмного забезпечення ZRIZ і PLOT.

**Результати.** За результатами дослідження встановлено, що розраховані середні значення природної і базисної щільності деревини гілок є вищими за показники щільності кори**.** Порівняння показника середньої щільності гілок із тим самим показником в інших природних зонах України (Полісся та Лісостепу) виявило більш істотну розбіжність за показником природної щільності порівняно із базисною.

Наведено основні статистики таксаційних показників дерев та показники базисної щільності компонентів гілок сосни. Крім того, представлено результати кореляційного аналізу тісноти зв'язків якісних компонентів фітомаси крони з основними таксаційними показниками дерев, тобто віком, діаметром та висотою дерева. Визначено, що показники щільності компонентів крони мають слабкий обернений кореляційний зв'язок із усіма таксаційними характеристиками дерев. Установлено, що на відміну від природної базисна щільність кори залежить насамперед від віку дерева.

**Висновки.** За результатами дослідження якісних показників компонентів крони дерев сосни звичайної, середня природна щільність деревини гілок становить 850 кг·(м$^3$)$^{-1}$, кори гілок – 727 кг·(м$^3$)$^{-1}$; середня базисна щільність деревини та кори гілок дорівнюють відповідно 436 кг·(м$^3$)$^{-1}$ й 338 кг·(м$^3$)$^{-1}$. Зі збільшенням віку, діаметра та висоти дерев спостерігається зниження значень як природної, так і базисної щільності компонентів фітомаси крони. Частка кори гілок сосни звичайної зменшується із віком.

**Ключові слова:** природна щільність, базисна щільність, тимчасові пробні площі, деревина гілок, кора гілок

**Lovynska V.M., Sytnyk S.A., Grytsan Yu.I., Rossikhina-Galycha H.S., Mamrak O.O., Piskokha V.M. Qualitative indicators of phytomass of the crown of pine trees of the Northern Steppe of Ukraine**

Purpose. Determine the branches wood and bark density of the Scots pine trees of crown in the Northern Steppe with the prospect of further development of regulatory support for determining the phytomass of pine crowns of the studied region.

Methods. To determine the natural and basic density of wood and bark of branches, 25 temporary sample plots were laid. Within temporary sample plots 25 model trees were cut down to establish density parameters. Wood and bark cuts were performed on three model branches from different parts of the crown. Measurements of sections of model branches were carried out at four points of the perimeter in two mutually perpendicular directions. Qualitative indicators of density of wood and bark of branches were determined using the method of Pr. Lakyda P. I., with the involvement of the application software package ZRIZ and PLOT.

Results. Studies have shown that the calculated average values of natural and basic density of wood branches are higher than the density of bark. Comparison of the average density of branches with data for other natural areas of Ukraine as Polissya and Forest-Steppe revealed a more significant difference between the indicators of natural density compared to the basic. The main statistics of biometric indicators of trees and data of basic density of components of pine branches are given. The results also present a correlation analysis of the closeness of the relationships of qualitative components of the crown phytomass with the main biometric indicators of trees, ie age, diameter and height of tree. It is determined that the density of the components of the crown has a weak inverse correlation with all the biometric indexes of trees. It is established that in contrast to the natural, the basic density of the bark depends primarily on the age of the tree.

Findings. According to the results of research on the quality of the crown components of Scots pine trees, the average natural density of wood of branches is 850 $kg \cdot (m^3)^{-1}$, bark of branches 727 $kg \cdot (m^3)^{-1}$; the average basic density of wood and bark is 436 $kg \cdot (m^3)^{-1}$ and 338 $kg \cdot (m^3)^{-1}$ respectively. With increasing age, diameter and height of trees, there is a decrease in the values of both natural and basic density of the crown components of the phytomass. The part of bark of pine branches decreases with age.

**Key words:** natural density, basic density, temporary sample plots, wood of branches, bark of branches.

УДК 631.675:634.234:631.671:631.674.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.6

# РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧА ТЕХНОЛОГІЯ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ ІНТЕНСИВНИХ НАСАДЖЕНЬ ЧЕРЕШНІ

**МАЛЮК Т.В. –** кандидатсільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
*https://orcid.org/ 0000-0001-9727-4531*
Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренко
Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України
**КОЗЛОВА Л.В. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/ 0000-0001-7139-3233*
Мелітопольська дослідна станція садівництва імені М.Ф. Сидоренко
Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Інтенсифікація технологічного процесу вирощування черешні як провідної кісточкової культури півдня України передбачає раціональне застосування зрошення. Водночас упровадження такого агрозаходу стримується дефіцитом водних ресурсів, високою вартістю поливної води і традиційною паровою системою утримання ґрунту в черешневих насадженнях. Враховуючи ці обставини, виникає потреба у зміні технологічних підходів до експлуатації плодових агросистем, спрямованих на розширення продуктивної функції дерев за одночасної економії ресурсів, та у здійсненні контролю за еколого-агромеліоративним станом ґрунту.

Актуальність вивчення і розроблення елементів технології зрошення черешні зумовлена існуванням лише розрізнених масивів публікацій про окремі аспекти зрошення, удобрення насаджень і системи утримання ґрунту у цьому регіоні за майже повної відсутності таких відомостей щодо інтенсивних технологій її вирощування, зокрема із застосуванням краплинного зрошення. Водночас під час застосування цього виду мікрозрошення надходження поливної води можна регулювати у повній відповідності із водоспоживанням рослин, підтримувати оптимальний водно-повітряний режим ґрунту, покращити умови живлення рослин шляхом подачі поживних елементів прямо до їхньої кореневої системи.

У зв'язку із вищезазначеним основним призначенням цієї НДР є обґрунтування і розроблення технологічного процесу краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні на основі комплексного підходу до вибору раціонального поєднання режимів зрошення, систем утримання та удобрення ґрунту задля оптимізації продукційних процесів дерев і збереження ресурсів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**Останнім часом все більшої актуальності набувають питання про підвищення ефективності використання води для зрошення та оптимізації управління цим процесом [1; 2], зокрема в аспекті розумного управління водними ресурсами у сільському господарстві [3], стратегії підвищення врожайності і зниження небезпеки деградації ґрунтів [4].

Ще одним важливим питанням зрошення плодових культур є дослідження стану, наявності, розподілу вологості у кореневій зоні культури та їхній вплив на врожайність і ріст дерев. Задля підвищення ефективності використання води за одночасного зменшення втрат води внаслідок випаровування потрібно визначити точний розподіл води навколо водовипусків [5]. Наприклад, дослідженнями китайських науковців показано, що найбільша мінливість вологи у ґрунтовому профілі спостерігається у шарі ґрунту 0–60 см, що свідчить про тісний зв'язок водопоглинання вишневих дерев і вмісту вологи у ґрунті саме у цьому шарі [6].Інші дослідження показують, що порівняно з поверхневим зрошенням краплинне зрошення обумовлює зосередження коренів дерев черешні у горизонтальному напрямку у шарі 30–100 см та вертикальному – на глибині 0–70 см [7].

Дослідженнями, проведеними у різних грунтово-кліматичних зонах, підтверджено, що геометрична форма і розміри зон зволоження ґрунтів у разі краплинного зрошення залежать від гранулометричного складу ґрунту, його передполивної вологості та об'єму водоподачі [8-10]. Водночас у більшості випадків залишається неясним, наскільки змінюється контур зволоження за різних поливних норм та як розподіляється волога у ґрунті після поливу. Проте ці питання є дуже важливими для оптимізації краплинного зрошення [11; 12].

Нині відсутня єдина думка (особливо для посушливої зони Південного Степу) щодо того, яка частина площі та об'єму ґрунту, відведена під багаторічні насадження, має бути зволожена.

На жаль, у вітчизняній літературі наявні відомості щодо обґрунтування доцільної глибини розрахункового шару лише для яблуні [13]. Щодо черешні такі дослідження взагалі не проводилися. Слід відмітити, що загалом існує дуже обмежена кількість інформації про дослідження з питань зрошення черешні у нашій країні. Водночас західні науковці приділяють належну увагу не лише краплинному зрошенню цієї культури, але і комплексному вивченню важливих елементів технології краплинного зрошення, таких як режими зрошення, використання різних видів мульчування, застосування фертигації тощо [14–16].

Отже, встановлення параметрів режиму мікрозрошення у черешневих садах півдня України, зокрема з використанням розрахункових методів, є перспективним напрямком оптимізації режимів зрошення. Водночас ці питання, зокрема коригувальні коефіцієнти до показника розрахункової евапотранспірації як основи для подальшого встановлення оптимального режиму зрошення, майже не досліджені для черешні загалом, а для інтенсивних технологій її вирощування такі відомості взагалі відсутні.

**Мета.** Розроблення технологічного процесу краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні на основі комплексного підходу до вибору раціонального режиму зрошення задля оптимізації продукційних процесів дерев і збереження ресурсів.

**Матеріали та методика досліджень**. Дослідження проведено у 2016-2020 рр. у насадженнях черешні сорту Крупноплідна 2015 року садіння за схемою 5х3 м, полив яких здійснювався системою краплинного зрошення із застосуванням крапельниць із витратою води нормою 5,5 л/год. Схемою досліду було передбачено варіанти із призначення поливів за розрахунковим методом за 50%, 70% та 100% компенсації евапотранспірації із підтриманням вологості ґрунту на рівні 70% НВ у шарі 0,4, 0,6 та 0,8 м. Фактичні запаси вологи у ґрунті ми визначали термостатно-ваговим методом. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем південний легкосуглинковий. Система утримання ґрунту – чорний пар.

**Результати досліджень.** Унаслідок посушливих погодних умов регіону вологість ґрунту за природного зволоження в окремі періоди вегетації знижувалася до 30-40% НВ, що не відповідало потребам плодових культур і зумовлювало значні порушення активності фізіолого-біохімічних процесів. На варіантах із застосуванням зрошення вологість ґрунту коливалась у межах 68-73% НВ залежно від варіантів досліду.

Найбільшу норму зрошення у середньому за період дослідження відмічено у разі призначення поливів за агрокліматичними показниками за 100% $ET_0$ – 836 м³/га за середньої норми поливу 70-76 м³/га. На варіантах із призначенням поливів за РПВГ 70% НВ залежно від глибини зволоження дерев черешні найбільшу норму зрошення відмічено на варіанті із прийнятим розрахунковим шаром 0,8 м – 711 м³/га за середньої норми поливу 79 м³/га (табл. 1).

Доведено, що підтримання РПВГ 70 % НВ лише у шарі 0,4 м та за 50% $ET_0$ зумовлює послаблення продукційних процесів черешні, що свідчить про невідповідність режиму зволоження біологічним вимогам культури. Переваг режиму зрошення за РПВГ 70 % НВ у шарі 0,8 см та за 100 % $ET_0$ за впливом на продукційні процеси черешні не виявлено. Водночас витрати води зростають на 28-33% у разі зменшення ефективності зрошення відносно дотримання цього режиму зволоження у шарі 0,6 м.

Відомо, що режим вологості ґрунту, який відповідає оптимальному стану плодових культур, визначається, у першу чергу, величиною сумарного випаровування (випаровування і транспірації) [17, 18]. У нашому дослідженні найбільший показник сумарного водоспоживання дерев черешні відмічено на варіанті із призначенням поливів розрахунковим способом за 100% $ET_0$ (3736–3863 м³/га). Наближеними параметрами сумарного водоспоживання відзначено варіанти із призначенням поливів за 70% НВ у шарі 0,6 м та за поливів у разі 75% $ET_0$, різниця між якими становить менше 1% (табл. 2).

Для встановлення ресурсозберігаючого режиму зрошення ми порівнювали величину фактичного сумарного водоспоживання, визначену за рівнянням водного балансу, із розрахунковою випаровуваністю на основі метеорологічних факторів ($E_0$). Установлено, що компенсація евапотранспірації на рівні 75% $ET_0$ зумовлює підтримання вологості ґрунту у шарі 0,6 м не нижче, ніж 67–70% НВ. Відхилення поливних норм між цим варіан-

Таблиця 1

**Елементи режимів зрошення насаджень черешні залежно від глибини розрахункового шару ґрунту і способу призначення поливу**

| Варіант досліду | Середня норма поливу, м³/га | Міжполивний період, дні сер. | Норма зрошення, м³/га |
|---|---|---|---|
| 70% НВ (0,4м) | 40,1 | 6-16 | 462 |
| 70% НВ (0,6м) | 58,5 | 7-22 | 556 |
| 70% НВ (0,8м) | 78,8 | 7-22 | 711 |
| 100%$ET_0$ | 72,8 | 6-15 | 836 |
| 75% $ET_0$ | 51,8 | 6-15 | 596 |
| 50% $ET_0$ | 36 | 6-15 | 413 |

Таблиця 2

**Сумарне водоспоживання дерев черешні залежно від способу визначення, м³/га (на прикладі 2019-2020 рр.)**

| Варіанти дослідів | Опади | | Запаси ґрунтової вологи | | Норма зрошення | | Сумарне водоспоживання | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 | 2019 | 2020 |
| Контроль | 2704 | 2328 | 455 | 479 | - | - | 3159 | 2807 |
| 70% НВ (0,4 м) | | | 475 | 281 | 416,9 | 507,6 | 3596 | 3117 |
| 70% НВ (0,6 м) | | | 358 | 418 | 519,3 | 592,4 | 3581 | 3338 |
| 70% НВ (0,8 м) | | | 333 | 585 | 618,4 | 803,9 | 3655 | 3717 |
| 100%$ET_0$ | | | 324 | 571 | 834,9 | 836,6 | 3863 | 3736 |
| 75% $ET_0$ | | | 316 | 410 | 563,2 | 627,6 | 3583 | 3366 |
| 50% $ET_0$ | | | 482 | 272 | 408,1 | 418,3 | 3594 | 3018 |

том та за РПВҐ 70% НВ (0,6 м) не перевищують 6%. Між фактичною витратою вологи за РПВГ 70% НВ та показниками розрахункової випаровуваності за 75% $ET_0$, встановлена тісна кореляційна залежність ($r^2$=0,92). На інших розрахункових варіантах відмічено недотримання запланованого рівня вологості ґрунту у 0,6 м шарі (у бік збільшення – у разі 100 % $ET_0$, у бік зменшення – за 50% $ET_0$).

Аналогічні закономірності щодо вологості ґрунту виявлено за підтримання РПВГ 70 % НВ у шарі 0,4 м та за 50% $ET_0$, а поливний режим на цих варіантах виявився майже ідентичним. Водночас за показниками фізіолого-біохімічних та продукційних процесів молодих дерев черешні цей варіант значно поступався іншим, що може свідчити про те, що підтримання РПВГ 70 % НВ лише у шарі 0,4 м не відповідає біологічним вимогам культури черешні.

Із метою визначення характеру розподілу вологості ґрунту за краплинного зрошення черешні у 2020 році проведено визначення форми контуру зволоження ґрунту з певним інтервалом часу, а саме: одразу після поливу, через 0,5 діб (12 годин), 1 добу та 3 доби. Установлено, що в умовах чорнозему південного легкосуглинкового за 15 годин поливу нормою зрошення 58 м$^3$/га глибина зволоження становила 0,93 м, а діаметр – 0,74 м. Моментом формування максимальної зони зволоження є період через 12 годин після поливу за рахунок гравітаційного руху вологи у нижні шари ґрунту. Через 3 доби після поливу відбувається значне зменшення всіх параметрів контуру зволоження у вертикальному і горизонтальному положеннях. Під час поливу за витрат крапельницею 5,5 л/год. сформувався контур зволоження, геометрично наближений до напівеліпсу (рис. 1). Ці показники співпадають із показниками, отриманими для ґрунтів аналогічного гранулометричного складу у насадженнях яблуні [19].

За розташування крапельниць через кожні 3 метри та заданого режиму зволоження площа зволоження становила лише 9,4% від максимальної площі, відведеної для одного дерева (площі живлення рослини). Нині сад ще не перейшов до фази повного плодоношення, але на майбутнє слід поставити завдання забезпечити збільшення зони зволоження ґрунту. Виходячи з параметрів контуру зволоження і динаміки його формування в умовах легкосуглинкового ґрунту, рекомендовано встановлювати додаткові крапельниці на відстані 0,5-0,8 м із обох сторін стовбура дерева. Розуміючи важливість цього питання та враховуючи вже отримані результати, перспектива подальших досліджень полягає у визначенні параметрів контурів зволоження за різних режимів зрошення.

**Висновки.** Доведено доцільність призначення поливів за 75% $ET_0$ із метою підвищення оперативності, зменшення витрат на підтримання оптимальної вологості ґрунту та активності продукційних процесів черешні.

Підтримання РПВГ 70 % НВ лише у шарі 0,4 м та за 50% $ET_0$ зумовлює послаблення продукційних процесів черешні, що свідчить про невідповідність біологічним вимогам культури черешні. Переваг режиму зрошення за РПВГ 70 % НВ у шарі 0,8 см та за 100 % $ET_0$ за впливом на продукційні процеси черешні не виявлено у разі підвищення витрати води на 28-33 %.

Обґрунтовано параметри і динаміку формування контуру зволоження чорнозему південного легкосуглинкового у насадженнях черешні, на основі чого рекомендовано застосування додаткових крапельниць на відстані 0,5-0,8 м з обох сторін стовбура дерев.

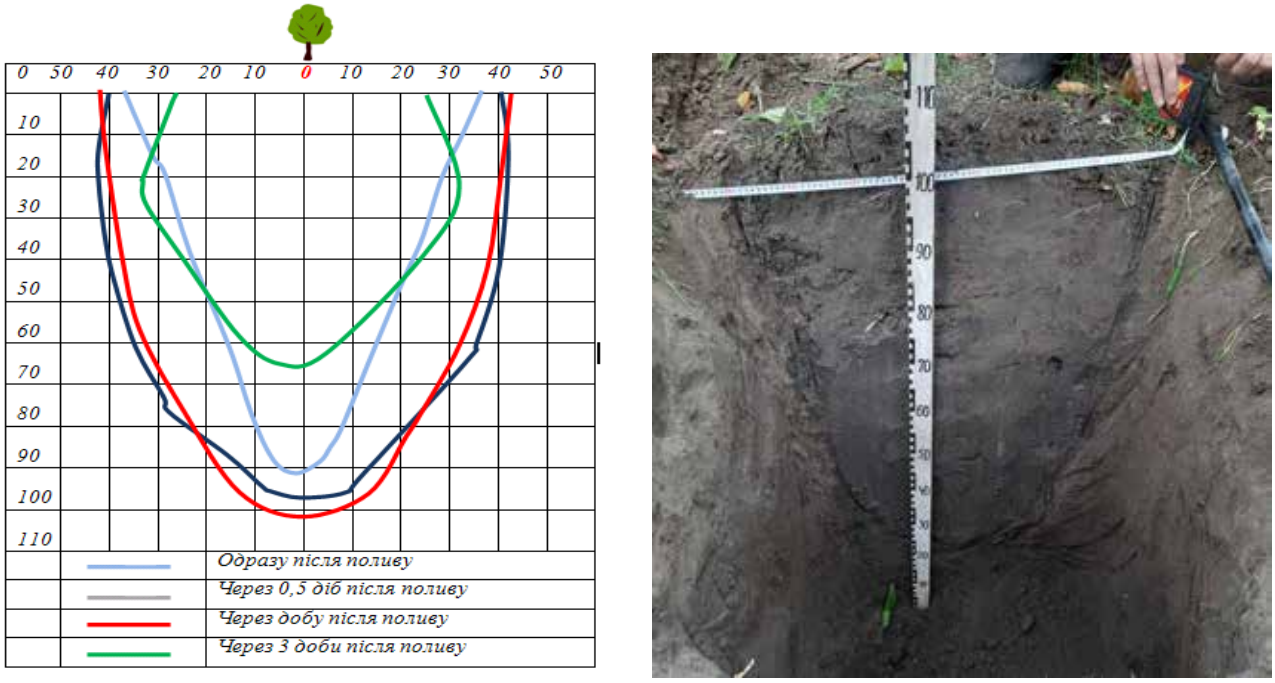



***Рис. 1. Динаміка фактичного контуру зони зволоження ґрунту у насадженнях черешні за РПВГ 70 % НВ і за розрахункового шару 0,6 м***

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Koech R., Langat P. Improving irrigation water use efficiency: a review of advances, challenges and opportunities in the Australian context. *Water*. 2018. Vol. 10, is. 12. P. 1771. https://doi.org/10.3390/w10121771
2. Tan Q., Zhang, S., Li R. Optimal Use of Agricultural Water and Land Resources through Reconfiguring Crop Planting Structure under Socioeconomic and Ecological Objectives. *Water*. 2017. Vol. 9, is. 7. P. 488.
1. https://doi.org/10.3390/w9070488.
2. Monteleone S., de Moraes E. A., Maia R. F. Analysis of the variables that affect the intention to adopt Precision Agriculture for smart water management in Agriculture 4.0 context. Global IoT Summit (GIoTS), Aarhus, Denmark. 2019. https://doi.org/10.1109/GIOTS.2019.8766384.
3. Малюк Т. В., Козлова Л. В., Пчолкіна Н. Г. Ефективність краплинного зрошення молодих інтенсивних насаджень черешні на півдні України. *Зрошуване землеробство*. 2020. № 73. С. 51-55.
4. Sanjay Singh Chouhan, Awasthi M. K., Nema R. K., Koshta L. D. Soil moisture distribution under different lateral and dripper spacing of surface drip irrigation system in clay loam soil. *International Journal of Agriculture*, Environment and Biotechnology Citation: IJAEB. 2015. No 8(3). P. 743-751. DOI Number: 10.5958/2230-732X.2015.00082.0
5. Liao Renkuan, Wu Wenyong, Hu Yaqi, Xu Di, Huang Qiannan, Wang Shiyu. Micro-irrigation strategies to improve water-use efficiency of cherry trees in Northern China. *Agricultural Water Management*. 2019. Vol. 221(C). P. 388-396.
6. Pingfeng Li, Huang Tan, Jiahang Wang, Xiaoqing Cao, Peiling Yang Evaluation of Water Uptake and Root Distribution of Cherry Trees under Different Irrigation Methods. *Water.* 2019. No 11(3). P. 495. *https://doi.org/10.3390/w11030495*.
7. Овчинников А. С., Азарьева И. И. Особенности распространения влаги в контуре увлажнения при капельном орошении. *Плодородие*. 2010. № 1. С. 29-30.
8. Васильев С. М., Шкура А. С., Штанько В. Н. Очертание локальных зон увлажнения подкапельного почвенного пространства. *Аграрный научный журнал*. 2019. № 3. С. 65-71.
9. Шатковський А. П., Мінза Ф. А. Особливості формування зон зволоження ґрунту за краплинного зрошення яблуні. *Наукові доповіді НУБіП*. 2019. № 5 (81).
10. Ахметов А. Д., Темерев А. А., Галиуллина Е. Ю. Надежность систем капельного орошения. *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование.* 2010. № 3 (19). С. 83-88.
11. Ахметов А. Д. Расчет распространения влаги в почве при внутрипочвенном орошении. *Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 60-летию образования ВГСХА*. Волгоград, 2004. С. 137-138.
12. Водяницкий В. И., Расторгуев А. Б., Позднякова Т. П. Корневая система яблони при разных способах полива. *Садоводство и виноградарство*. 1998. № 3. С. 5-6.
13. Yin X., Seavert C., le Roux J. Responses of Irrigation Water Use and Productivity of Sweet Cherry to Single-Lateral Drip Irrigation and Ground Covers. *Soil Science*. 2011. No 176. P. 39-47.
14. Forge T. A, Hogue E., Neilsen G., Neilsen D. Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. *Applied Soil Ecology*. 2003. P. 34-54.
15. Stachowiak A., Bosiacki M., Świerczyński S. & Kolasiński M. Influence of rootstocks on different sweet cherry cultivars and accumulation of heavy metals in leaves and fruit. *Hort. Sci. (Prague).* 2014. No 42 (4). P. 193-202.
16. Шумаков И. Б. Экологически обоснованные (дифференцированные) режимы орошения сельскохозяйственных культур. *Мелиорация и водное хазяйство*. 2000. № 6. С. 35-36.
17. Малюк Т. В., Козлова Л. В. Оперативне планування поливного режиму молодих насаджень черешні в умовах Південного Степу. *Зрошуване землеробство*. 2019. Вип. 71. С. 14-21
18. Шатковський А. П., Журавльов О. В. Черевичний Ю. О. Особливості формування та параметри зон зволоження ґрунтів за краплинного зрошення. *Зрошуване землеробство*. 2016. Вип. 65. С. 15-19.

**REFERENCES:**

1. Koech, R. & Langat, P. (2018). Improving irrigation water use efficiency: a review of advances, challenges and opportunities in the Australian context. Water, vol. 10, is. 12, 1771. https://doi.org/10.3390/w10121771 [in English].
2. Tan, Q., Zhang, S. & Li, R. (2017). Optimal Useof Agricultural Water and Land Resource sthrough Reconfiguring Crop Planting Structure under Socioeconomic and Ecological Objectives. *Water*. Vol. 9 is. 7. 488. https://doi.org/10.3390/w9070488 [in English].
3. Monteleone, S., de Moraes, E.A. & Maia, R.F. (2019). Analysis of the variables that affect the intention to adopt Precision Agriculture for smart water management in Agriculture 4.0 context. Global IoT Summit (GIoTS), Aarhus, Denmark. https://doi.org/10.1109/GIOTS.2019.8766384 [in English].
4. Maliuk, T.V., Kozlova, L.V., & Pcholkina, N.H. (2020). Efektyvnist kraplynnoho zroshennia molodykh intensyvnykh nasadzhen chereshni na pivdni Ukrainy [Efficiency of drip irrigation of young intensive cherry plantations in the south of Ukraine]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture*, 73, 51-5 [in Ukrainian].
5. Sanjay Singh Chouhan, Awasthi, M.K., Nema, R.K., & Koshta, L.D. (2015). Soil moisture distribution under different lateral and dripper spacing of surface drip irrigation system in clay loam soil. *International Journal of Agriculture*, Environment and Biotechnology Citation: IJAEB: 8(3): 743-751 September 2015, DOI Number: 10.5958/2230-732X.2015.00082.0 [in English].
6. Liao, Renkuan, Wu, Wenyong, Hu, Yaqi, Xu, Di, Huang, Qiannan & Wang, Shiyu (2019). Micro-irrigation strategies to improve water-use efficiency of cherry trees in Northern China. *Agricultural Water Management, Elsevier*. Vol. 221(C), pages 388-396 [in English].

7. Pingfeng, Li, Huang, Tan, Jiahang, Wang, Xiaoqing, Cao, & Peiling, Yang (2019). Evaluationof Water Uptakeand Root Distribution of Cherry Treesunder Different Irrigation Methods *Water, 11(3), 495;* https://doi.org/10.3390/w11030495. [in English].
8. Ovchinnikov, A.S., & Azareva, I.I. (2010). Osobennosti rasprostraneniya vlagi v konture uvlazhneniya pri kapel`nom oroshenii [Features of the distribution of moisture in the humidification circuit with drip irrigation]. *Plodorodie – Fertility*, 1, 29-30 [in Russian].
9. Vasilev, S.M., Shkura, A.S., & Shtanko, V.N. (2019). *Ochertanie lokalnykh zon uvlazhneniya pod kapel`nogo pochvennogo prostranstva* [Outline of local zones of moistening of the sub-drip soil space*]. Agrarnyj nauchnyj zhurnal – Agrarian scientific journal*, 3, 65-71 [in Russian].
10. Shatkovskyi, A.P., & Minza, F.A. (2019). Osoblyvosti formuvannia zon zvolozhennia gruntu za kraplynnoho zroshennia yabluni [Features of formation of soil moisture zones under drip irrigation of apple trees]. *Naukovi dopovidi NUBiP – Scientific reports of the National University of Life and Environmental Sciences*, 5 (81) [in Ukrainian].
11. Akhmetov, A.D., Temerev, A.A., & Galiullina, E.Yu. (2010). Nadezhnost sistem kapel`nog oorosheniya [Reliability of drip irrigation systems]. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professionalnoe obrazovanie – Bulletin of the Nizhnevolzhsk Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education*, 3 (19), 83-88 [in Russian].
12. Akhmetov, A.D. (2004). Raschet rasprostraneniya vlagi v pochve pri vnutripochvennom oroshenii [Calculation of the distribution of moisture in the soil with subsurface irrigation]. *Osnovy dostizheniya ustojchivogo razvitiya selskogo khozyajstva: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashh. 60-letiyu obrazovaniya VGSKhA – Foundations for achieving sustainable agricultural development: materials of the international. scientific-practical conf., dedicated. The 60th anniversary of the formation of the All-Union State Agricultural Academy, 137-138* [in Russian].
13. Vodyaniczkij, V.I., Rastorguev, A.B., & Pozdnyakova, T.P. (1998). Kornevaya sistema yabloni pri razny`kh sposobakh poliva [Apple tree root system with different irrigation methods]. *Gardening and viticulture – Sadovodstvo i vinogradarstvo*, 3, 5-6 [in Russian].
14. Yin, X., Seavert, C., & le Roux, J. (2011). Responsesof Irrigation Water Useand Productivity of Sweet Cherry to Single-Lateral Drip Irrigation and Ground Covers. *Soil Science*, 176, 39 – 47 [in English].
15. Forge, T. A, Hogue, E., Neilsen, G., & Neilsen, D. (2003). Effects of organic mulches on soil microfauna in the root zone of apple: implications for nutrient fluxes and functional diversity of the soil food web. *AppliedSoilEcology*. P. 34 – 54 [in English].
16. Stachowiak, A., Bosiacki, M., Świerczyński, S., & Kolasiński, M. (2014). Influence of rootstocks on different sweet cherry cultivars and accumulation of heavy metals in leaves and fruit. *Hort. Sci. (Prague),* 42 (4). P. 193–202 [in English].
17. Shumakov, I.B. (2000). Ekologicheski obosnovannye (differenczirovannye) rezhimy orosheniya selskokhozyajstvennykh kultur [Environmentally sound (differentiated) crop irrigation regimes]. *Melioracziya i vodnoe khazyajstvo – Reclamation and water management*, 6, 35-36 [in Russian].
18. Maliuk, T.V., & Kozlova, L.V. (2019). Operatyvne planuvannia polyvnoho rezhymu molodykh nasadzhen chereshni v umovakh Pivdennoho Stepu [Operational planning of the irrigation regime of young cherry plantations in the conditions of the Southern Steppe]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture, 71, 14-21* [in Ukrainian].
19. Shatkovskyi, A.P., Zhuravlov, O.V., & Cherevychnyi, Yu.O. (2016). Osoblyvosti formuvannia ta parametry zon zvolozhennia gruntiv za kraplynnoho zroshennia [Peculiarities of formation and parameters of soil moisture zones under drip irrigation]. *Zroshuvane zemlerobstvo – Irrigated agriculture,* 65, 15-19 [in Ukrainian].

**Малюк Т.В., Козлова Л.В. Ресурсозберігаюча технологія краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні**

**Мета.** Розроблення технологічного процесу краплинного зрошення інтенсивних насаджень черешні на основі комплексного підходу до вибору раціонального режиму зрошення для оптимізації продукційних процесів дерев і збереження ресурсів. М**етоди**. Дослідження проведено у Мелітопольській дослідній станції садівництва імені М.Ф. Сидоренка ІС НААН упродовж 2016–2018 рр. на молодих насадженнях черешні 2015 року садіння згідно з вимогами «Методики проведення польових досліджень із плодовими культурами». Полив саду здійснювався стаціонарною системою краплинного зрошення. Вологість ґрунту ми визначали у динаміці термостатно-ваговим методом. Схема досліду передбачала варіанти із призначенням поливів за розрахунковим методом за 50%, 70% та 100% компенсації евапотранспірації ($ET_0$) та із підтриманням вологості ґрунту на рівні 70% найменшої вологоємності (НВ) у шарі ґрунту 0,4, 0,6 та 0,8 м. **Результати.** Компенсація евапотранспірації на рівні 75% $ET_0$ зумовлює підтримання вологості ґрунту не нижче 67–70% НВ (у шарі ґрунту 0,6 м). Відхилення поливних норм між цим варіантом та у разі підтримання рівня передполивної вологості (РПВГ) 70% НВ у такому самому шарі ґрунту не перевищують 6%. Тісна кореляційна залежність встановлена між фактичною витратою вологи за РПВГ 70% НВ та показниками розрахункової випаровуваності за 75% $ET_0$($r^2$=0,92). Результати показали, що в умовах чорнозему південного легкосуглинкового за 15 годин поливу (норма зрошення – 58 м$^3$/га) глибина зволоження ґрунту становила 0,93 м, а діаметр – 0,74 м. Момент формування максимальної зони зволоження – це період через 12 годин після закінчення поливу. Через 3 доби після поливу відбувається значне зменшення всіх параметрів контуру зволоження у вертикальному і горизонтальному положеннях. Максимальна площа зволоження становила лише 9,4 % від площі живлення одного дерева. **Висновки.** Доведено доцільність призначення поливів за 75% $ET_0$ із метою підвищення оперативності і зменшення витрат води. Такий режим зрошення забезпечує підтримання вологості ґрунту у шарі 0,6 м не нижче, ніж 70% НВ, а відхилення поливних норм відносно РПВҐ 70% НВ не перевищує 6 %. Використання такого режиму зумовлює підвищення продуктивності черешні та зростання ефективності зрошення. Обґрунтовано

параметри і динаміку формування контуру зволоження чорнозему південного легкосуглинкового у насадженнях черешні.

**Ключові слова:** поливний режим, краплинне зрошення, сумарне водоспоживання, випаровуваність, насадження черешня, чорнозем південний.

**Malyuk T.V., Kozlova L.V. Drip irrigation resource-saving technology of intensive sweet cherry trees planting**

Aim of the research is a development of the technological process of intensive sweet cherry trees planting drip irrigation, based on a comprehensive approach to the choice of a rational irrigation regime to optimize the production processes of the trees under resources saving. **Methods**. The research was carried out at MelitopolResearch Fruit Growing Station named after M.F. Sydorenko Institute of Horticulture NAAS during 2016-2020 in young sweet cherry trees plantations of 2015 planting according to the requirements of "Methodology of conducting field research with fruit crops". Soil humidity was determined in the dynamics according to the thermostat-weighted method. The scheme of the experiment included variants with the appointment of irrigation by the calculation method at 50%, 70%, and 100% compensation of evapotranspiration ($ET_0$) and with maintaining the soil moisture at 70% of the least soil moisture in the soil layer of 0.4, 0.6 and 0.8 m. **Results.** Compensation of evapotranspiration at the level of 75% $ET_0$ causes the maintenance of soil moisture not lower than 67–70% of the least soil moisture in the soil layer of 0.6 m. Deviation of irrigation norms between this variant and under the maintenance of pre-irrigation moisture level at 70% of the least soil moisture in the same soil level do not exceed 6%. A close correlation dependence was established between the actual moisture consumption at pre-irrigation moisture at 70% of the least soil moisture and the calculated evaporation rates at 75% $ET_0$ ($r^2$=0,92). The results showed that in the conditions of southern light loam black soil for 15 hours of irrigation (irrigation rate – 58 $m^3$/ ha) the depth of soil moisture was 0.93 m, diameter – 0.74 m. The moment of the maximum moisture zone formation is a period of 12 hours after watering. Three days after watering there is a significant reduction in all parameters of the moisture circuit in the vertical and horizontal positions. The maximum moisture area was only 9.4% of the feeding area of one tree. **Conclusions.** The expediency of watering for 75% $ET_0$ is proved in order to increase efficiency and reduce water consumption. This irrigation regime ensures the maintenance of soil moisture in the layer of 0.6 m not lower than 70% of the least soil moisture, and the deviation of irrigation norms relative to pre-irrigation moisture at 70% of the least soil moisture does not exceed 6%. Its use increases the productivity of sweet cherry trees and raises the efficiency of irrigation. The parameters and dynamics of the contour formation of the southern light loam black soil humidification in sweet cherry plantations are substantiated.

**Key words:** irrigation regime, drip irrigation, total water consumption, evaporation, sweet cherry trees planting, southern light loam black soil.

УДК 633.11:631.67:631.8(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.7

# ЗНАЧЕННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ЖИВЛЕННЯ В ЕФЕКТИВНОМУ ВИКОРИСТАННІ ВОЛОГИ ПШЕНИЦЕЮ ОЗИМОЮ В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**СМІРНОВА І.В. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0002-8976-3818*
Миколаївський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Південний Степ України характеризується непромивним типом водного режиму, тобто надходження води у ґрунт відбувається за рахунок атмосферних опадів без наскрізного промочування ґрунту. Для вирощуваних культур характерним є дефіцит вологи протягом усього вегетаційного періоду. Поповнення ґрунту вологою відбувається переважно упродовж пізньої осені і взимку, внаслідок чого максимальна кількість вологи у ньому може накопичитись і міститись весною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Атмосферні опади весняно-літнього періоду швидко випаровуються, а та їхня частина, що залишається у ґрунті, розподіляється переважно в орному шарі. Отже, нижні горизонти ґрунту зволожуються за рахунок осінніх і зимових, а верхні – за рахунок літніх опадів, які за наявності високих температур повітря інтенсивно випаровуються. У ґрунті залишається лише 30-50% вологи від тієї кількості, яка нагромаджується у ньому за рахунок опадів, а у гостро посушливі роки цей відсоток зазвичай може бути значно меншим. Через те однією з головних проблем на півдні України є збереження і раціональне використання запасів продуктивної вологи [1; 3].

Причиною низьких рівнів урожаїв сільськогосподарських культур за вирощування без зрошення у Степовій зоні України, як визначено дослідженнями (зокрема багаторічними) [1, 2], є не мала кількість опадів, а значні і непродуктивні їхні втрати, як і втрати запасів ґрунтової вологи. Попередніми дослідженнями визначено, що у південному Степу України рослини використовують лише близько 24-25% літніх опадів, а за місячної їх кількості менше 25 мм вони випаровуються і втрачаються практично повністю [3].

Нині ця проблема залишається актуальною і ще більше загострюється через потепління клімату. Зокрема, вона пов'язана зі слабким поглинанням дощової води, талих вод та великого їхнього стоку, особливо на ущільнених ґрунтах, тобто витрачається без користі для врожаю. Це має місце в останні десятиріччя внаслідок порушення чергування сільськогосподарських культур у сівозмінах, перенасичення їх соняшником, зменшення обсягів органічних добрив і втрати родючості ґрунтів тощо [4].

В умовах недостатнього і нестійкого зволоження північного Степу України рівень вологозабезпеченості рослин в осінній період є одним із вирішальних факторів, який впливає на отримання своєчасних і дружних сходів пшениці озимої, її ріст, розвиток і формування врожайності [5; 6].

На думку багатьох науковців, вихідні запаси продуктивної вологи у ґрунті на період сівби озимих культур визначаються насамперед попередниками. Кращим попередником за рівнем вологозабезпеченості у степовій зоні України (і це було раніше чітким правилом) вважали чорний пар [7-8]. Водночас пари обов'язково мали бути угноєними і добре доглянутими. Нині парових полів залишають дуже мало.

В умовах відсутності зрошення складовими елементами сумарного водоспоживання є запаси ґрунтової вологи та опади. Їхнє співвідношення протягом вегетаційного періоду постійно змінюється залежно від погодних умов року вирощування, фази розвитку культури і внесених добрив [9–12].

За останні роки все більшого значення у накопиченні та збереженні вологи у ґрунті набуває спосіб обробітку ґрунту. Відомо, що за посушливих умов під культури сівозміни доцільно використовувати різноглибинний обробіток, зокрема доцільно поля тримати весь час зайнятими рослинністю, для чого висівати післяжнивні та післяукісні культури, різного виду сумішки, навіть залишати падалицю. Вони покривають поле, затінюють його, чим попереджають надмірне випаровування вологи, а після загортання у ґрунт збагачують його органічною речовиною, яка саме і утримує вологу, виступаючи мульчею на поверхні поля. Слід пам'ятати, що чим сухіше і жаркіше літо, тим більше випаровується вологи. Загалом забезпечення ґрунту органічною речовиною істотно збільшує поглинання та утримання у ньому вологи, сприяє утворенню більшої кількості гумусу, значно покращує агрофізичні властивості ґрунту, від яких прямо залежить швидкість вбирання і фільтрації води [3; 13].

Застосування оптимальних доз органічних добрив, вирощування багаторічних бобових трав і сидератів забезпечує оптимальний режим живлення сільськогосподарських культур, підвищує їхню здатність краще затіняти поле, конкурувати з бур'янами, значно ефективніше використовувати вологу, попереджати надмірне її випаровування із ґрунту і посилювати засвоєння енергії Сонця для формування врожаю [14–16].

**Мета.** Визначення водоспоживання пшениці озимої залежно від оптимізації живлення і сортових особливостей за вирощування її в умовах Південного Степу України.

**Матеріали та методика досліджень.** Експериментальні дослідження із пшеницею озимою ми проводили протягом 2010–2013 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Об'єктом дослідження були сорти Кольчуга і Донецька 48 пшениці озимої. Технологія їх

вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою відповідно до наявних зональних рекомендацій для Південного Степу України.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом південним, залишковослабкосолонцюватим важкосуглинковим на лесах. Реакція грунтового розчину нейтральна (pH – 6,8-7,2). Уміст гумусу в шарі 0–30 см у середньому становить 3,3%, а рухомих форм елементів живлення містилося: нітратів (за Грандваль-Ляжу) – 18, рухомого фосфору (за Мачигіним) – 49, обмінного калію (на полум'яному фотометрі) – 295 мг/кг ґрунту. Площа посівної ділянки під пшеницею становила 50 м$^2$, облікової – 26 м$^2$, повторність 4-разова.

Досліджувані сорти пшениці озимої висівали після парового попередника, під який вносили 30 т/га напівперепрілого гною.

До схеми досліду із пшеницею озимою були додані такі фактори: фон живлення (А) – без добрив (контроль), $N_{30}$; $N_{60}$; $N_{16}P_{16}K_{16}$ і розрахункова доза добрив на рівень урожайності 3,0 т/га; сорти пшениці озимої (В) – Кольчуга і Донецька 48. Урожай обох культур ми збирали у фазу повної стиглості зерна способом прямого скошування комбайном «Sampo-130», зібране зерно висушували до стандартної вологості [8].

**Результати дослідження.** Умови вегетаційних періодів 2011–2013 рр. різнилися за рівнем вологозабезпеченості рослин пшениці озимої у різні фази розвитку. Із трьох років дослідження із пшеницею найвищими запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см визначені у 2012–2013 рр., найменшими – у 2011–2012 рр. із відповідними показниками 989 і 774 м$^3$/га (рис. 1).

Іншу закономірність протягом років дослідження ми спостерігали за кількістю опадів. Максимальна їхня кількість упродовж вегетаційного періоду пшениці озимої випала у 2010–2011 рр. (4839 м$^3$/га), а мінімальна – у 2011-2012 рр. (2687 м$^3$/га).

Зазначені складники формували сумарне водоспоживання вирощуваних у досліді сортів пшениці озимої. Найнижчим за рахунок найменших запасів вологи у ґрунті та мінімальної кількості опадів воно виявилося у 2011–2012 рр. і становило 3461 м$^3$/га. У 2012-2013 рр. сумарне водоспоживання досягло рівня 4091 м$^3$/га, що на 630 м$^3$/га, або на 18,2% більше порівняно із 2011–2012 рр. вирощування. Максимальним сумарне водоспоживання посіву під сортами пшениці озимої було у 2010–2011 рр. вегетації і становило 5732 м$^3$/га, перевищуючи цей показник протягом інших років дослідження на 1641–2271 м$^3$/га.

За усередненими даними років вирощування сумарне водоспоживання пшениці озимої становило 4428 м$^3$/га, з них 885 м$^3$/га припадало на ґрунтову вологу і 3543 м$^3$/га – на опади вегетаційного періоду.

За результатами нашого дослідження установлено, що за умови природного зволоження менша частка сумарного водоспоживання припадала на ґрунтову вологу (20,7% у середньому за три роки), а значно більша – на атмосферні опади (79,3%) (рис. 2).

Частка ґрунтової вологи у сумарному водоспоживанні за роками дослідження коливалась у межах від 15,6% (у 2010–2011 рр.) до 24,2% (у 2012–2013 рр.), а частка опадів – від 75,8% (у 2012–2013 рр.) до 84,4% (у 2010–2011 рр. вегетації).

Поряд із сумарним водоспоживанням ще більш важливим показником, який із високою надійністю дозволяє оцінити ступінь економної витрати води посівами за різних технологічних схем вирощування культури, є коефіцієнт водоспоживання. Цей показник змінюється залежно від біологічних особливостей вирощуваних

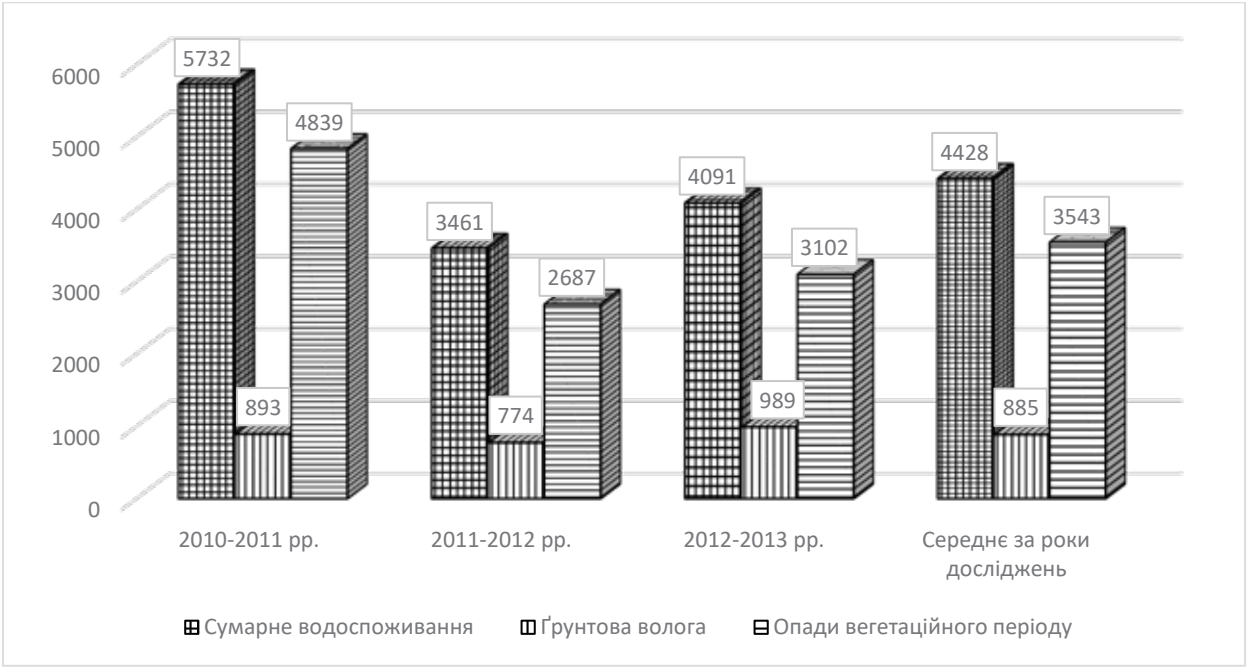



***Рис. 1. Сумарне водоспоживання пшеницею озимою у роки вирощування та його складники (шар ґрунту 0–100 см), м$^3$/га***

сортів, погодних умов вегетаційного періоду, поживного режиму, стану ґрунту тощо.

За результатами проведеного нами дослідження встановлено, що за умови оптимізації живлення рослин ґрунтова волога та опади використовуються значно ефективніше. Причому це простежується і у менш сприятливі за зволоженням роки. Зокрема, в умовах найбільш посушливого 2011–2012 рр. вирощування неудобрені рослини пшениці озимої на утворення 1 т зерна витрачали 1955,4–2136,4 м$^3$ води залежно від сорту, а у варіанті розрахункової дози добрив – 1146–1249 м$^3$, що на 41,4–58,5% менше порівняно із контролем (табл. 1).

Аналогічну закономірність між варіантами досліду ми спостерігали і у більш сприятливі за зволоженням роки. У найбільш вологому 2010–2011 рр. найнижчим коефіцієнт водоспоживання пшениці озимої визначено за внесення розрахункової дози добрив 1496,6–1647,1 м$^3$/т залежно від сорту.

Слід зазначити, що рослини пшениці озимої сорту Кольчуга дещо ефективніше використовували вологу незалежно від умов року дослідження. У 2010–2011 рр. коефіцієнт водоспоживання зазначеного сорту був меншим на 9,1-24,1%, у 2011–2012 рр. – на 4,9-9,9%, у 2012–2013 рр. – на 4,5-11,6%, а у середньому за три роки дослідження це зменшення становило 7,5-15,9% (рис. 3).

Оптимізація фону живлення має дуже важливе значення, адже за достатньої забезпеченості елементами живлення рослини формують більш розвинену кореневу систему, за рахунок чого здатні повніше і раціональніше використовувати ґрунтову вологу. Водночас транспірація не знижується, а збільшується її частка у загальному випаровуванні води, посилюється актив-

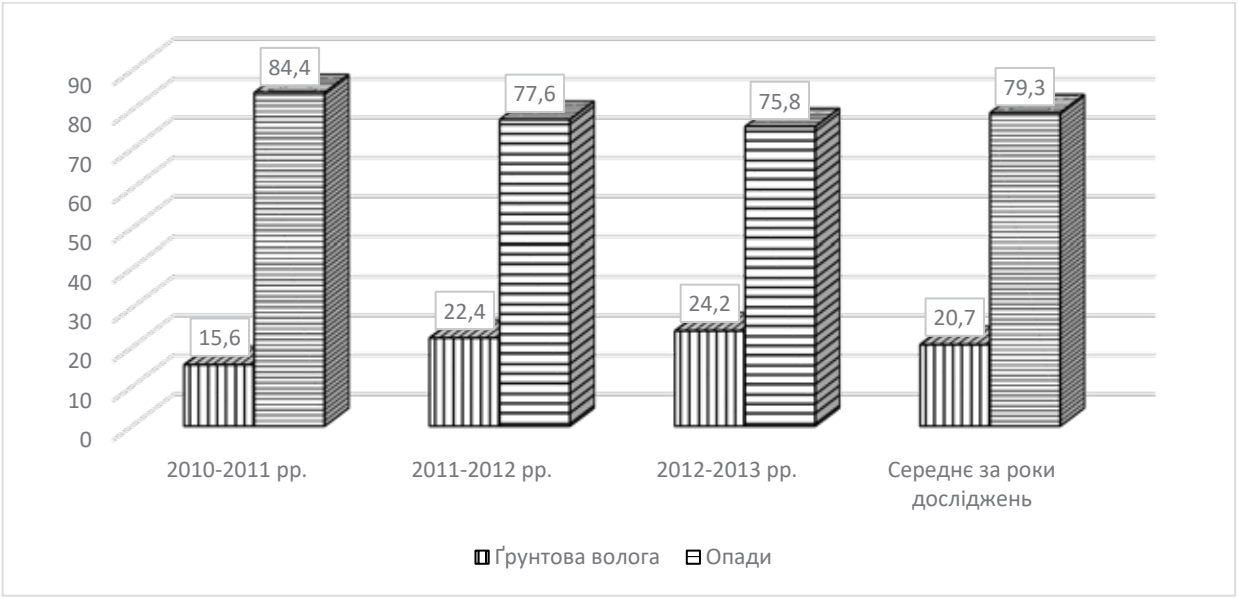



***Рис. 2. Складники водоспоживання пшениці озимої (шар ґрунту 0-100 см), %***

Таблиця 1

**Коефіцієнт водоспоживання сортів пшениці озимої залежно від умов зволоження, років вирощування та оптимізації живлення, м$^3$/т**

| Фон живлення (фактор А) | Роки вирощування | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010–2011 рр. | 2011–2012 рр. | 2012–2013 рр. | 2011–2013 рр. середнє | ± до контролю, % |
| Сорт Кольчуга | | | | | |
| Без добрив | 2388,3 | 1955,4 | 2066,2 | 2136,6 | 100,0 |
| $N_{30}$ | 1956,3 | 1485,4 | 1591,8 | 1677,8 | 78,5 |
| $N_{60}$ | 1700,9 | 1306,0 | 1461,1 | 1489,3 | 69,7 |
| $N_{16}P_{16}K_{16}$ | 1879,3 | 1545,1 | 1690,5 | 1705,0 | 79,8 |
| Розрахункова доза | 1496,6 | 1146,0 | 1224,9 | 1289,2 | 60,3 |
| Сорт Донецька 48 | | | | | |
| Без добрив | 3149,5 | 2136,4 | 2337,7 | 2541,2 | 100,0 |
| $N_{30}$ | 2230,4 | 1648,1 | 1718,9 | 1865,8 | 73,4 |
| $N_{60}$ | 1923,5 | 1373,4 | 1561,5 | 1619,5 | 63,7 |
| $N_{16}P_{16}K_{16}$ | 2428,8 | 1424,3 | 1771,0 | 1874,7 | 73,8 |
| Розрахункова доза | 1647,1 | 1249,5 | 1286,5 | 1394,4 | 54,9 |

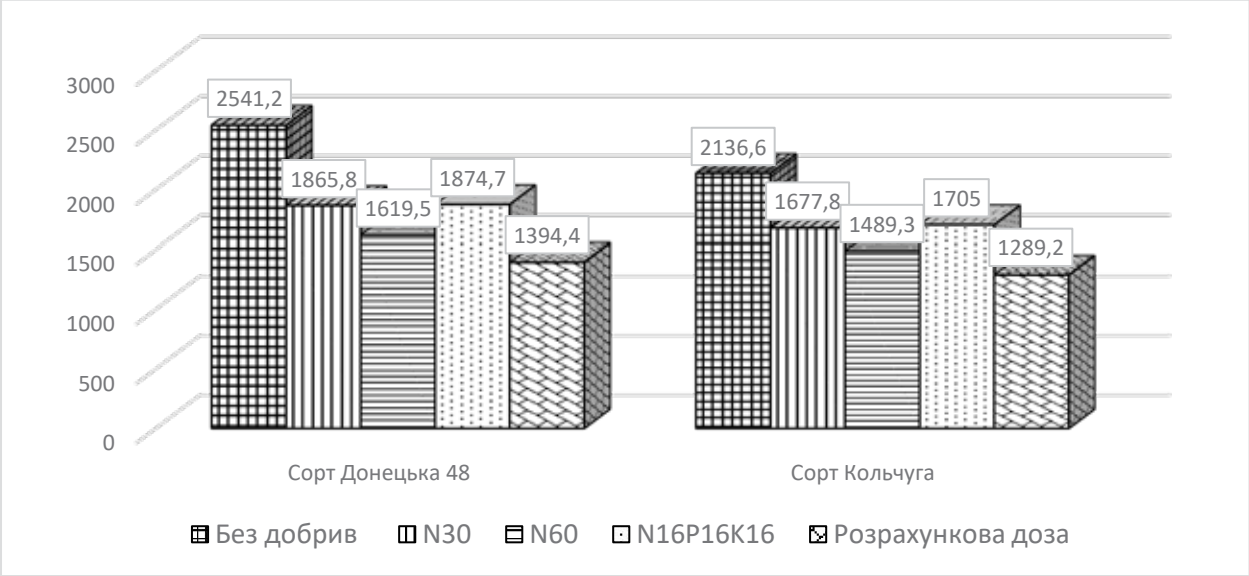



***Рис. 3. Коефіцієнт водоспоживання пшениці озимої залежно від досліджуваних факторів (середнє за 2011–2013 рр.), м³/т***

ність фотосинтетичних і ростових процесів за рахунок більшого листкового апарату (тобто фізіолого-біохімічні процеси), зокрема оптимізується формування продуктивності рослин [14; 16].

**Висновки.** Сумарне водоспоживання досліджуваних сортів пшениці озимої у 0–100 см шарі ґрунту істотно різнилося за роками вирощування і коливалось у межах від 3461 м³/га (у 2011–2012 рр.) до 5732 м³/га (у 2010–2011 рр.).

Ще більшою мірою змінювалися складники балансу сумарного водоспоживання. Найвищі запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см визначені у 2012–2013 рр. вегетації, найменші – у 2011–2012 рр. із відповідними показниками 989 і 774 м³/га, або 24,2 і 22,4% у загальному водоспоживанні. Максимальною кількістю опадів упродовж вегетаційного періоду характеризувався вегетаційний період 2010-2011 рр. – 4839 м³/га (84,4% у водному балансі), мінімальною – 2011-2012 рр. (2687 м³/га, або 76,6%).

Неудобрені рослини пшениці озимої у середньому за роки дослідження на утворення 1 т зерна із відповідною кількістю соломи використовували 1955,4-2136,4 м³ води залежно від сорту. У варіантах живлення цей показник зменшувався до 1496,6–1647,1 м³/т.

Отже, за результатами польового дослідження визначена доцільність оптимізації живлення рослин пшениці озимої протягом основних періодів вегетації шляхом застосування мінеральних добрив, що посилює їхню стійкість до умов середовища і призводить до підвищення ефективності використання запасів вологи та опадів на формування врожаю, попереджаючи водночас непродуктивні їхні витрати на випаровування.

Доцільно і надалі проводити дослідження у цьому напрямку, адже відбуваються зміни ґрунтово-кліматичних умов, у виробництво впроваджуються нові сорти і гібриди сільськогосподарських культур, добрива, препарати тощо.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**

1. Гамаюнова В. В. Ефективність зрошення та вплив добрив на використання вологи рослинами і підвищення стійкості землеробства зони Степу. Монографія «Адаптація агротехнологій до змін клімату: грунтово-агрохімічні аспекти / за науковою редакцією С.А. Балюка, В.В. Медведєва, Б.С. Носка. Харків, Стильна типографія, 2018. С. 108-126.
2. Базалій В. В., Коковіхін С. В., Писаренко П. В., Грабовський П. В. Вплив умов зволоження та фону мінерального живлення на водоспоживання та урожайність сортів твердої озимої пшениці в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2011. № 77. С. 21-30.
3. Нетіс І. Т. Пшениця озима на півдні України. Херсон: Олді-плюс, 2011. 460 с.
4. Гамаюнова В. В., Хоненко Л. Г., Глушко Т. В., Музика Н. М. Значення родючості ґрунтів та дотримання землеробства у збільшенні виробництва зерна та ефективному використанні вологи рослинами в умовах південного Степу України. *Сборник научных трудов «Азербайджанского научно-произв. объединения гидротехники и мелиорации.* Баку: «Элм», 2019. Т. XXXIX. С. 192-198.
5. Gamayunova V. V., Fedorchuk M. I., Kuvshinova A. O., Nagirniy V. V. The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences*. 2019. Vol. VII(26), issue 215. P. 7–10.
6. Panchenko T., Losinskiy T., Gamayunova V., Tsentilo L., Khakhula V., Fedoruk V., Pokatylo I., Gorodetskiy O. Change of yield and baking gvalities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the central forestry of Ukraine. *Plant Archives journal*. 2019. Vol. 19, No1. Plant archives. P. 1107–1112.
7. Животков Л. А., Бирюков С. В., Степаненко А. Я. и др. Пшеница / Под ред. Л. А. Животкова; Сост. А. К. Медведовский. Київ : Урожай, 1989. 320 с.

8. Єщенко В. О., Копитко П. Г., Костогриз П. В., Опришко В. П. Основи наукових досліджень в агрономії : Підручник / За ред. В.О. Єщенка. Вінниця : ПП «ТД «Едельвейс І. К.»», 2014. 332 с.
9. Черенков А. В., Гирка А. Д. Шляхи підвищення зернової продуктивності озимої пшениці в умовах північної підзони Степу України. *Бюл. Ін-ту зерн. госп-ва УААН*. Дніпропетровськ, 2005. №№ 23–24. С. 36–39.
10. Гамаюнова В. В., Дворецкий В. Ф., Сидякина Е. В. Изменение водопотребления яровых зерновых культур под влиянием фона питания и биопрепарата Эскорт-био. *Аэкономика : экономика и сельское хазяйство*. 2017. № 8 (20). URL: http://aeconomy.ru/science/agro/izmenenie-vodopotrebleniya-yarovykh.
11. Гамаюнова В., Литовченко А. Урожайность и водопотребление пшеницы озимой в зависимости от сортовых особенностей, предшественников и фона питания в условиях Степи Украины. *Stiinta Agricola*. Аграрная наука Молдова, 2017. № 1. С. 23–27.
12. Gamajunova V. V., Kuvshinova A. O., Kudrina V. S., Sydiakina O. V. Influence of biologics on water consumption of winter barley andsunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science.* 2020. No 6(42). P. 149-176.
13. Господаренко Г. М., Черно О. Д., Чередник А. Ю. Значення органічних добрив у системі удобрення культур польової сівозміни. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія Агрономія.* 2019. № 23 (2). С. 184-190.
14. Panfilova A., Korkhova M., Gamajunova V., Fedorchuk M., Drobitko A., Nikonchuk N. and Kovalenko O. Formation of photosyntefic and grain yieldof spring barley (*Hordeum vulgare* L.) dependon varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research*. 2019. Vol.17(2). P. 608–620.
15. Panfilova A., Korkhova M., Gamajunova V., Drobitko A., Nikonchuk N. and Markova N. Formation of Photosynthetic and Grain Yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrion. *Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* March-April 2019. P. 78-85.
16. Domaratskiy Ye., Berdnikova O., Bazaliy V., Shcherbakov V., Gamaynova V., Larchenko O., Domaratskiy A. and Baychuk I. Dependence of winter wheat yielding capacity an mineral nutrition in irrigation Conditions of Southern Steppe of Ukraine. *Indian journal of Ecology*. 2019. Vol. 46(3). P. 594-598.

**REFERENCES:**

1. Baliuka, S.A., Medvedieva, V.V., & Noska, B.S. (Eds.). (2018). *Adaptatsiia ahrotekhnolohii do zmin klimatu: hruntovo-ahrokhimichni aspekty [Adaptation of agrotechnologies to climate change: soil and agrochemical aspects].* Kharkiv: Stylna typohrafiia, 108–126 [in Ukrainian].
2. Bazalii, V.V., Kokovikhin, S.V., Pysarenko, P.V., & Hrabovskyi, P.V. (2011). Vplyv umov zvolozhennia ta fonu mineralnoho zhyvlennia na vodospozhyvannia ta urozhainist sortiv tverdoi ozymoi pshenytsi v umovakh pivdnia Ukrainy [Influence of humidification conditions and mineral nutrition background on water consumption and yield of winter durum wheat varieties in the conditions of southern Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 77, 21–30* [in Ukrainian].
3. Netis, I.T. (2011). *Pshenytsia ozyma na pivdni Ukrainy [Winter wheat in the south of Ukraine].* Kherson: Oldiplius, 460 [in Ukrainian].
4. Hamaiunova, V.V., Khonenko, L.H., Hlushko, T.V., & Muzyka, N.M. (2019). Znachennia rodiuchosti gruntiv ta dotrymannia zemlerobstva u zbilshenni vyrobnytstva zerna ta efektyvnomu vykorystanni volohy roslynamy v umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [The importance of soil fertility and compliance with agriculture in increasing grain production and efficient use of moisture by plants in the southern steppe of Ukraine]. *Sbornyk nauchnukh trudov «Azerbaidzhanskoho nauchno-proyzv. obedynenyia hydrotekhnyky y melyoratsyy – Collection of scientific works "Azerbaijan scientific-production. associations of hydraulic engineering and land reclamation. Baku: «Элм», XXXIX, 192–198* [in Ukrainian].
5. Gamayunova, V.V., Fedorchuk, M.I., Kuvshinova, A.O., & Nagirniy, V.V. (2019). The grain yield of winter barley varieties in the Southern Ukraine depending on factors and conditions of vegetation years. *Natural and Technical Sciences,* VII(26), Issue 215, Budapest, Dec. P. 7-10.
6. Panchenko, T., Losinskiy, T., Gamayunova, V., Tsentilo, L., Khakhula, V., Fedoruk, V., Pokatylo, I., & Gorodetskiy, O. (2019). Change of yield and baking gvalities of winter wheat grain depending on the year of growing and predecessor in the central forestry of Ukraine. *Plant Archives journal*. India, 1, Plant archives, vol.19. P. 1107–1112.
7. Zhyvotkov L.A., Byriukov S.V., Stepanenko A.Ia. et al. (1989). *Pshenytsa [Wheat].* Kyiv : Urozhai, 320 [in Russian].
8. Yeshchenko, V.O., Kopytko, P.H., Kostohryz, P.V., & Opryshko, V.P. (2014). *Osnovy naukovykh doslidzhen v ahronomii [Fundamentals of scientific research in agronomy].* Vinnytsia: PP «TD «Edelveis I K»», 332 [in Ukrainian].
9. Cherenkov, A.V., & Hyrka, A.D. (2005). Shliakhy pidvyshchennia zernovoi produktyvnosti ozymoi pshenytsi v umovakh pivnichnoi pidzony Stepu Ukrainy [Ways to increase the grain productivity of winter wheat in the northern subzone of the Steppe of Ukraine]. *Biul. In-tu zern. hosp-va UAAN – Bulletin of the Institute of Grain Management of UAAS. Dnipropetrovsk, 23–24, 36–39* [in Ukrainian].
10. Hamaiunova, V.V., Dvoretskyi, V.F., & Sydiakyna, E.V. (2017). Yzmenenye vodopotreblenyia yarovukh zernovukh kultur pod vlyianyem fona pytanyia y byopreparata Eskort-byo [Change in water consumption of spring grain crops under the influence of nutritional background and biological product Escort-bio]. *Aekonomyka: ekonomyka y selskoe khaziaistvo – Economics: economics and agriculture, 8 (20).* URL: http://aeconomy.ru/science/agro/izmenenie-vodopotrebleniya-yarovykh [in Russian].
11. Hamaiunova, V., & Lytovchenko, A. (2017). Urozhainost y vodopotreblenye pshenytsu ozymoi v zavysymosty ot sortovukh osobennostei, predshestvennykov y fona pytanyia v uslovyiakh Stepy Ukraynu [Yield and water consumption of winter wheat depending on varietal characteristics, predecessors and nutritional background in the Steppe of Ukraine]. *Stiinta Agricola, 1, 23–27* [in Russian].

12. Gamajunova, V.V., Kuvshinova, A.O., Kudrina, V.S., & Sydiakina, O.V. (2020). Influence of biologics on water consumption of winter barley andsunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science. New York,* № 6(42). P. 149–176.
13. Hospodarenko, H.M., Cherno, O.D., & Cherednyk, A.Yu. (2019). Znachennia orhanichnykh dobryv u systemi udobrennia kultur polovoi sivozminy [The value of organic fertilizers in the system of fertilization of crops]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriia Ahronomiia – Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agronomy Series, 23 (2), 184–190* [in Ukrainian].
14. Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Fedorchuk, M., Drobitko, A., Nikonchuk, N. & Kovalenko, O. (2019). Formation of photosyntefic and grain yieldof spring barley (*Hordeum vulgare* L.) dependon varietal characteristics and plant growth regulators. *Agronomy Research,* 17(2), 608–620.
15. Panfilova, A., Korkhova, M., Gamajunova, V., Drobitko, A., Nikonchuk, N. & Markova, N. (2019). Formation of Photosynthetic and Grain Yield of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L.) depending on varietal characteristics and optimization of nutrion. *Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences.* March-April. P. 78–85.
16. Domaratskiy, Ue., Berdnikova, O., Bazaliy, V., Shcherbakov, V., Gamaynova, V., Larchenko, O., Domaratskiy, A. & Baychuk, I. (2019). Dependence of winter wheat yielding capacity an mineral nutrition in irrigation Conditions of Southern Steppe of Ukraine. *Indian journal of Ecology.* 46(3). 594–598.

**Смірнова І.В. Значення оптимізації живлення в ефективному використанні вологи пшеницею озимою в умовах Південного Степу України**

**Мета** – визначення водоспоживання пшениці озимої залежно від оптимізації живлення і сортових особливостей за вирощування її в умовах Південного Степу України. **Методи.** Експериментальні дослідження із пшеницею озимою проведено впродовж 2010–2013 рр. на дослідному полі Миколаївського НАУ. Технологія її вирощування, за винятком досліджуваних факторів, була загальноприйнятою відповідно до наявних зональних рекомендацій для Південного Степу України. Площа посівної ділянки під пшеницею становила 50 м$^2$, облікової – 26 м$^2$, повторність 4-разова. До схеми досліду із пшеницею озимою були додані такі фактори: сорти пшениці озимої (А) – Кольчуга та Донецька 48, фон живлення (В) – без добрив (контроль), $N_{30}$ ; $N_{60}$ ; $N_{16}P_{16}K_{16}$ та розрахункова доза добрив на рівень урожайності 3,0 т/га. **Результати.** Сумарне водоспоживання досліджуваних сортів пшениці озимої у 0–100 см шарі ґрунту істотно різнилось у роки вирощування і коливалось у межах від 3461 м$^3$/га (у 2011–2012 рр.) до 5732 м$^3$/га (у 2010–2011 рр.). Найвищі запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0–100 см визначені у 2012–2013 рр. вегетації, найменші – у 2011–2012 рр. із відповідними показниками 989 і 774 м$^3$/га, або 24,2 і 22,4% у загальному водоспоживанні. Неудобрені рослини пшениці озимої у середньому за роки дослідження на утворення 1 т зерна з відповідною кількістю соломи використовували 1955,4–2136,4 м$^3$ води залежно від сорту, у варіантах живлення цей показник зменшувався до 1496,6–1647,1 м$^3$/т. **Висновки.** за результатами польового дослідження визначена доцільність оптимізації живлення рослин пшениці озимої протягом основних періодів вегетації шляхом застосування мінеральних добрив, що посилює їхню стійкість до умов середовища і призводить до підвищення ефективності використання запасів вологи та опадів на формування врожаю, попереджаючи водночас непродуктивні їхні витрати на випаровування.

**Ключові слова:** сумарне водоспоживання, коефіцієнт водоспоживання, вегетаційний період, фон живлення, дози добрив.

**Smirnova I.V. The importance of nutrition optimization in the efficient use of moisture by winter wheat in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine**

**The goal** is to determine the water consumption of winter wheat depending on the optimization of nutrition and varietal characteristics for growing them in the conditions of the Southern steppe of Ukraine. **Methods.** Experimental studies with winter wheat were conducted during 2010-2013 yrs in the experimental field of the Mykolaiv NAU. The technology of their cultivation, with the exception of the studied factors, was generally accepted to the existing zonal recommendations for the southern steppe of Ukraine. The area of the sown area under wheat was 50 m$^2$, the accounting area was 26 m$^2$, and the repetition rate was 4 times. The following factors were included in the experiment scheme with winter wheat: such as winter wheat varieties (A) – Kolchuga and Donetskaya 48, nutrition background (B) – without fertilizers (control), $N_{30}$; $N_{60}$ ; $N_{16}P_{16}K_{16}$ and the estimated fertilizer dose for the yield level of 3.0 t/ha. **Results.** The total water consumption of the studied varieties of winter wheat in the 0-100 cm soil layer varied significantly during the years of cultivation and it ranged from 3461 M$^3$/ha in 2011-2012 yrs up to 5732 M$^3$/ha in 2010-2011yrs. The highest reserves of productive moisture in the 0-100 cm soil layer were determined in 2012-2013 yrs vegetation, the lowest ones were in 2011-2012 yrs with corresponding indicators 989 and 774 M$^3$/ha or 24.2 and 22.4% of the total water consumption. Non–fertilized winter wheat plants on average for the years of research on the formation of 1 ton of grain with the corresponding amount of straw used 1955.4 up to 2136.4 m$^3$ of water, depending on the variety, in nutrition options this indicator decreased to 1496.6-1647.1 m$^3$/t. **Conclusions.** Field studies have determined the feasibility of optimizing the nutrition of winter wheat plants in the main growing seasons as the use of mineral fertilizers, which increases their resistance to environmental conditions and increases the efficiency of moisture and precipitation for crop formation, while preventing their unproductive losses due to evaporation.

**Key words:** total water consumption, water consumption coefficient, growing season, nutrition background, fertilizer doses.

УДК 657.922:504.338.4:633.83
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.8

# ОЦІНКА ЕЛЕМЕНТІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ КОНВЕРСІЇ ВИРОБНИЦТВА ТОВАРНОЇ ПРОДУКЦІЇ ПРЯНО-СМАКОВИХ КУЛЬТУР

**СОРОКА Л.В. –** кандидат сільськогосподарських наук
*https://orcid.org/0000-0002-2728-0466*
Уманський національний університет садівництва
**КОСЕНКО Ю.Ю. –** викладач стажист
*https://orcid.org/0000-0001-8526-7000*
Уманський національний університет садівництва
**ГНАТЮК Н.О. –** кандидат біологічних наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-4159-9924*
Уманський національний університет садівництва

**Постановка проблеми**

Екологічна конверсія є однією з основних умов забезпечення невід'ємного права людини на існування в екологічно безпечному навколишньому середовищі. Охорона навколишнього середовища набуває все більшого значення для аграрного виробництва у світі через цілі сталого сільського господарства. Його концепція базується на ідеї ефективного використання місцевих доступних ресурсів та адаптованих технологій, таких як управління родючістю ґрунту (наскільки це можливо), закриття циклів поживних речовин, боротьба зі шкідниками і хворобами за допомогою управління та природних антагоністів, а також на системно-орієнтованому підході і може бути перспективним варіантом стійкої інтенсифікації сільського господарства.

Зниження родючості ґрунтів, посилення ерозії, дефіцит якісної і безпечної харчової продукції є одними з основних факторів, які впливають на здоров'я людей в Україні. Нині спостерігається все більше доказів того, що синтетичні агрохімікати і добрива спричинили шкідливий вплив на навколишнє середовище, що призвело до втрати біологічного різноманіття [1]. Це спостереження сприяло необхідності упровадження методів ведення сільського господарства, спрямованих на зменшення ризиків для здоров'я, зокрема введення використання ефективних мікроорганізмів у технології вирощування сільськогосподарських культур. Такі препарати можуть поліпшити якість товарної продукції, отже, покращити продовольчу безпеку. Хоча пряно-смакові культури за останні десятиліття є дуже популярними продуктами споживання населення, існує мало інформації про вирощування їх із використанням ефективних мікроорганізмів. Вирощування пряно-смакових рослин із підвищеним вмістом біологічно активних речовин, а також екологізація технології їх вирощування може усунути дефіцит виробництва повноцінної екологічно безпечної продукції.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Теоретичні положення про екологічний характер ґрунтового мікробоценозу викладено у працях С.Н.Виноградського та Є.М.Мішустіна. Великомасштабні дослідження ефективних мікроорганізмів здійснили А. Д. Міхновська, N. Fierer і R. B. Jackson, Норман Пейс, M. Pettonen та T. E. Redding, Т. Н. Архипова, Л. С. Церковняк, M. R. Banerjee та багато інших. Але основна концепція використання ефективних мікроорганізмів (ЕМ) була розроблена професором Університету Теруо Хіга з Рюкю (Окінава, Японія) [2].

Перелік мікробіологічних препаратів значно розширився і нині містить їхнє створення на основі асоціативних, вільноживучих, симбіотрофних азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих мікроорганізмів. Окрім того, існують препарати бінарної дії із поєднанням різних мікроорганізмів або бактерій та ендомікоризних грибів [3–5].

Аналіз останніх досліджень дозволяє зробити висновок, що мікроорганізми є важливими атрибутами сільського господарства для сприяння циркуляції рослинних поживних речовин і зменшення потреби у хімічних добривах. Препарати на їхній основі містять живі клітини різних типів мікроорганізмів, які стали важливим компонентом інтегрованої системи поживних речовин і мають великі перспективи щодо поліпшення врожаю сільськогосподарських культур завдяки екологічно кращим запасам поживних речовин [6]. Це неінфікуючі бактерії, які сприяють росту рослин і здатні впливати на мінеральне їхнє живлення через вплив на ріст, морфологію і фізіологію коренів, на фізіологію і розвиток рослин, на наявність поживних речовин і процеси їх поглинання [7]. Дослідження показали, що застосування культур ЕМ в агроекосистемі може поліпшити якість і стан ґрунту, а також ріст, урожайність та якість посівів [8].

**Мета**. Метою роботи було вивчення асортименту і стану використання мікробіологічних препаратів у землеробстві, вивчення властивостей препарату «ЕМ-А» і Сяйво 2.

**Матеріали та методика досліджень** Експериментальну частину дослідження проводили протягом 2019–2020 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва. Особливості проходження періодів онтогенезу та фенологічних фаз рослин вивчали за методиками І. М. Бейдеман [9]. Польові та лабораторні дослідження проводили за загальноприйнятими методичними рекомендаціями.

**Результати дослідження.** Практики сучасного сільського господарства розвиваються до органічних або стійких. Останнім часом біостимулятори на основі ефективних мікроорганізмів все частіше використовуються як інструмент, який може забезпечити більш стійке сільськогосподарське виробництво [12, 13], тому світовий ринок таких рослинних біостимуляторів швидко зростає.

Для збільшення врожайності пряно-смакових культур потрібне максимальне використання агроекологічних умов. На процеси формування товарної продукції переважно впливають фактори, які не підлягають регулюванню, такі як температура повітря, опади, сонячна радіація тощо. Тому, якщо цілеспрямовано використовувати такі елементи технології вирощування, як застосування мікробіологічних препаратів, можна суттєво зменшити негативну дію метеорологічних умов, і результати будуть менше залежати від погодних умов року. Окрім того, біостимулятори містять різноманітні речовини та мікроорганізми, які підсилюють ріст рослин [6].

Отже, оцінка росту і розвитку коріандру посівного у фазу інтенсивного росту (тобто у період 4–5 справжніх листків) свідчить, що більш високорослими були рослини, оброблені мікробіологічним препаратом ЕМ-А. Аналогічно, цей препарат стимулював ріст рослин васильків справжніх (рис. 1).

Встановлено, що показник висоти рослин є залежним від оброблення їх мікробіологічними препаратами. Зокрема, у середньому за роки дослідження висота рослин коріандру посівного у фазі технічної стиглості зелені (коли окремі рослини коріандру посівного переходять у фазу стрілкування) за обприскування рослин розчином ЕМ-А була більшою і становила 21,4 см, що перевищує контроль на 3 см, висота рослин якого була найменшою (18,4 см). Аналогічні результати одержано і у разі застосування ЕМ-А на рослинах васильків справжніх (найвищий показник висоти рослин становить 36,2 см).

Нами встановлено закономірності між показниками площі листкової поверхні. Посушливі погодні умови протягом років дослідження, особливо другої половини вегетації, призвели до значного зниження кущення рослин. Оскільки густота рослин не залежала від дії мікробіологічних препаратів, суттєвий вплив здійснювали ці засоби на величину листкової поверхні (рис. 2).

Вивчення впливу мікробіологічних препаратів на цей показник показало, що площа листкової поверхні коріандру посівного мала більшу величину на початку росту за обприскування розчином ЕМ-А (5,7 тис. м$^2$/га). У період технічної стиглості рослини цього варіанту також

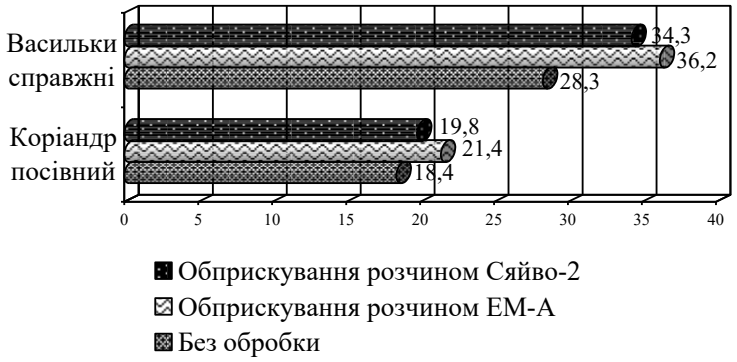



***Рис. 1. Висота рослин коріандру посівного та васильків справжніх у період збирання зеленої маси залежно від застосування мікробіологічних препаратів, см (середнє за 2019–2020 рр.)***

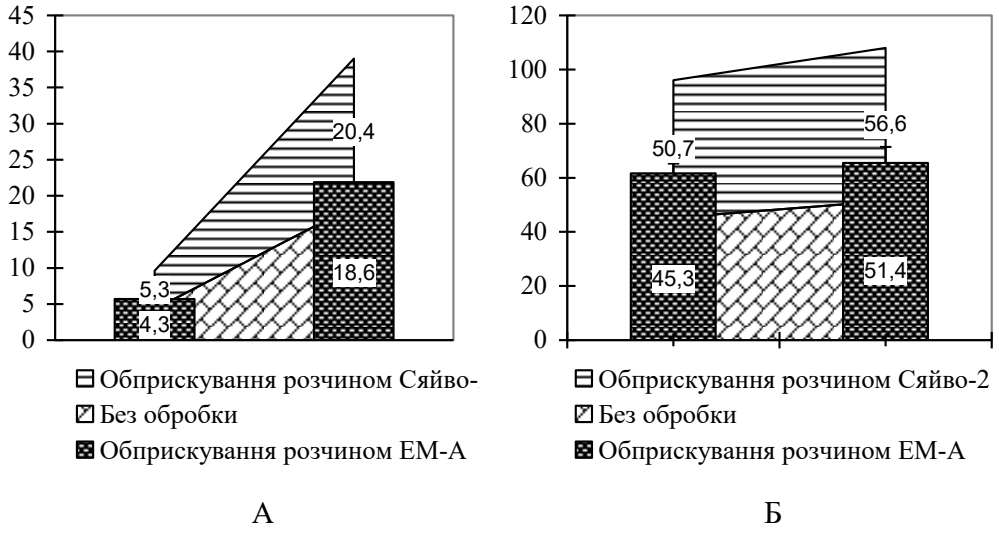



***Рис. 2. Динаміка наростання площі листків коріандру посівного (А) та васильків справжніх (Б) до збирання зеленої маси залежно від застосування мікробіологічних препаратів, тис. м$^2$/га***

мали найбільшу величину площі листкової поверхні – 21,9 тис. м$^2$/га.

Аналіз даних, отриманих унаслідок дослідження росту і розвитку рослин, показав, що коріандр посівний у перший період росту розвивається повільно та утворює незначну листкову масу, але, починаючи із другої фенологічної фази інтенсивного росту, рослина збільшує розміри майже у чотири рази.

Темпи наростання площі листків рослинами васильків справжніх за вегетаційний період чітко визначають особливості їхнього росту і розвитку та вплив на них мікробіологічних препаратів, а саме на їхню врожайність, оскільки зелена маса рослини і є кінцевим продуктом споживання.

Вивчення динаміки наростання площі листків рослин васильків справжніх до початку першого цвітіння (першого збирання) показало, що застосування мікробіологічних препаратів шляхом обприскування самої рослини значно вплинуло на цей показник. Зокрема, найбільшу площу листків сформували рослини варіанту обробки розчином ЕМ-А, яка становила 61,6 тис. м$^2$/га (у фазу бутонізації) та 65,5 тис. м$^2$/га (перед зрізуванням зеленої маси), що є більшим за показники контрольного варіанту на 16,3 та 14,1 тис. м$^2$/га відповідно. Найменшу площу листків мали рослини контрольного варіанту досліду (45,3 тис. м$^2$/га) у фазу бутонізації. Надалі приріст площі листків рослин цього варіанту був також меншим на 6,1 тис. м$^2$/га порівняно із показниками періоду першого скошування зеленої маси. Рослини варіанту досліду із обприскуванням розчином Сяйво-2 були більш облистяними, площа поверхні листків на момент першого цвітіння в них була 56,6 тис. м$^2$/га, різниця із показником контрольного варіанту становить 5,2 тис. м$^2$/га.

**Висновок**

ЕМ-А сприяє інтенсивному росту і розвитку рослин завдяки збільшенню їхньої надземної біомаси, стимулює ріст кореневої системи і загалом урожайність рослин. Ефективні мікроорганізми покращують фізичний, хімічний і біологічний склад ґрунту.

Тому ЕМ-технологія із використанням ефективних мікроорганізмів є перспективним напрямом підвищення кількості та якості врожаю, поліпшення родючості ґрунту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Андреюк Є.І., Валагурова Є.В. Основи екології грунтових мікроорганізмів. АН України, Ін-т мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного. Київ : Наукова Думка, 1992. 221 с.
2. Буцяк А.А., Калин Б.М. Мікроорганізми як альтернатива пестицидам у виробництві екологічно безпечної продукції рослинництва. *Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.Ж. Гжицького.* 2013. Том 15. № 1 (55). С. 30-34.
3. Бровдій В.М., Гулий В.В., Федоренко В.П. Біологічний захист рослин: навч. посіб. Київ : Світ, 2003. 352 с.
4. ЕМ-технологія в рослинництві. ЕМ-України. Кіровоград, 2005. 25с.
5. Патика В.П., Коць С.Я., Волкогон В.В. Біологічний азот. Київ : Світ, 2003. 424 с.
6. Патика В. П. Екологія мікроорганізмів: посібник. Київ : Основа, 2007. 192 с.
7. Коць С.Я., Маліченко С.М., Кругова О.Д. та ін. Фізіолого-біохімічні особливості живлення рослин біологічним азотом. Київ : Логос, 2001. 271 с.


**REFERENCES:**


1. Andreiuk Ye.I., Valahurova Ye.V. Osnovy ekolohii hruntovykh mikroorhanizmiv (1992) [Osnovy ekolohii hruntovykh mikroorhanizmiv]. K: Naukova Dumka [in Ukrainian].
2. Butsiak A.A., Kalyn B.M. (2013) Mikroorhanizmy, iak al'ternatyva pestytsydam u vyrobnytstvi ekolohichno bezpechnoi produktsii roslynnytstva mikroorhanizmiv: navch. posib. [Microorganisms as an alternative to pesticides in the production of environmentally friendly crop products] Naukovyj visnyk Tom 15. № 1 (55) [in Ukrainian].
3. Brovdij V.M., Hulyj V.V., Fedorenko V.P.(2003) Biolohichnyj zakhyst roslyn [Biological protection of plants] Kyiv: Svit [in Ukrainian].
4. EM-tekhnolohiia v roslynnytstvi (2005) [EM technology in crop production] Kirovograd [in Ukrainian].
5. Patyka V.P., Kots' S.Ya., Volkohon V.V. (2003) Biolohichnyj azot [Biological nitrogen] K: Svit [in Ukrainian].
6. Patyka V. P. (2007) Ekolohiia mikroorhanizmiv: posibnyk. [Ecology of microorganisms] K: Osnova [in Ukrainian].
7. Kots S.Y., Malichenko S.M., Krugova O.D. etc.(2001) Physiological and biochemical features of plant nutrition with biological nitrogen [Fiziolohobiokhimichni osoblyvosti zhyvlennia roslyn biolohichnym azotom] K: Lohos [in Ukrainian].


**Сорока Л.В., Косенко Ю.Ю., Гнатюк Н.О. Оцінка елементів екологічної конверсії виробництва товарної продукції пряно-смакових культур**


**Мета.** Метою роботи було вивчення асортименту і стану використання мікробіологічних препаратів у землеробстві, вивчення властивостей препарату «ЕМ-А» і Сяйво 2.

**Методи.** Експериментальну частину дослідження проводили протягом 2019–2020 рр. в умовах Уманського національного університету садівництва. Особливості проходження періодів онтогенезу та фенологічних фаз рослин вивчали за методиками І. М. Бейдеман. Польові та лабораторні дослідження проводили за загальноприйнятими методичними рекомендаціями.

**Результати.** Вивчення динаміки наростання площі листків рослин васильків справжніх до початку першого цвітіння (першого збирання) показало, що застосування мікробіологічних препаратів шляхом обприскування самої рослини значно вплинуло на цей показник. Зокрема, найбільшу площу листків сформували рослини варіанту обробки розчином ЕМ-А, яка становила 61,6 тис. м$^2$/га (у фазу бутонізації) та 65,5 тис. м$^2$/га (перед зрізуванням зеленої маси), що є більшим за показники контрольного варіанту на 16,3 та 14,1 тис. м$^2$/га відповідно. Найменшу площу листків мали рослини контрольного варіанту досліду (45,3 тис. м$^2$/га) у фазу бутонізації. Надалі приріст площі листків рослин цього варіанту був також меншим на 6,1 тис. м$^2$/га порівняно із показниками періоду першого скошування зеленої маси. Рослини варіанту досліду із обприскуванням розчином Сяйво-2 були більш облистяними, площа поверхні листків на момент першого цвітіння в них була 56,6 тис. м$^2$/га, різниця із показником контрольного варіанту становить 5,2 тис. м$^2$/га.

**Висновки.** ЕМ-А сприяє інтенсивному росту і розвитку рослин завдяки збільшенню їхньої надземної біомаси, стимулює ріст кореневої системи і загалом урожайність рослин. Ефективні мікроорганізми покращують фізичний, хімічний і біологічний склад ґрунту. Тому ЕМ-технологія із використанням ефективних мікроорганізмів є перспективним напрямом підвищення кількості та якості врожаю, поліпшення родючості ґрунту.

**Ключові слова:** екологічна конверсія, продовольча безпека, мікробіологічні препарати.

**Soroka L.V., Kosenko Yu.Yu., Hnatyuk N.O. Estimation of elements of ecological conversion of production of marketable products of spicy-flavor cultures**

Purpose. The purpose of the work was to study the range and the state of use of microbiological preparations in agriculture, to study the properties of the preparation “EM-A” and Siaivo-2.

Methods. The experimental part of the study was conducted during 2019–2020 under the conditions of Uman National University of Horticulture. Peculiarities of the periods of ontogenesis and phenological phases of plants were studied according to the methods of I.M. Beideman. Field and laboratory studies were performed according to generally accepted guidelines.

Results. The study of the dynamics of growth of the leaf area of cornflower plants before the first flowering (first harvest) showed that the use of microbiological preparations by spraying the plant itself significantly affected this indicator. Thus, plants of the variant of treatment with EM-A solution formed the largest area of leaves – it was 61.6 thousand $m^2$/ha in the budding phase and 65.5 thousand $m^2$/ha before cutting the green mass, which is greater than the control variant by 16.3 and 14.1 $m^2$/ha, respectively. Plants of the control variant had the smallest leaf area – 45.3 thousand $m^2$/ha in the budding phase. Subsequently, the increase in the leaf area in plants of this variant was also the smallest – by 6.1 thousand $m^2$/ha for the period of the first moving of the green mass. The plants of the variant of the experiment with spraying with Siaivo-2 solution were leafier, the surface area of the leaves at the time of the first flowering was 56.6 thousand $m^2$/ha, the difference with the control variant is 5.2 thousand $m^2$/ha.

Conclusions. EM-A promotes intensive growth of plant development by increasing their aboveground biomass; stimulate vegetative growth of the root system; etc., and in general plant yields. Effective microorganisms improve physical, chemical and biological composition of the soil.

Therefore, EM-technology with the use of effective microorganisms is a promising direction to increase the quantity and quality of crops, improve soil fertility.

**Key words:** ecological conversion, food security, microbiological preparations.

# СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО

УДК 633.8(477.72)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.9

## СОРТОВИЙ СКЛАД ЕФІРООЛІЙНИХ КУЛЬТУР, ПРИДАТНИХ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

**ВОЖЕГОВА Р.А.** – доктор сільськогосподарських наук, директор
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
*https://orcid.org/0000-0002-3895-5633*
**ЛИХОВИД П.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, докторант
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
*https://orcid.org/0000-0002-0314-7644*
**БІЛЯЄВА І.М.** – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
*https://orcid.org/0000-0003-0688-4209*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України
**БОЙЦЕНЮК Х.І.** – аспірант
*https://orcid.org/0000-0002-6572-7003*
Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України

**Постановка проблеми.** Ефіроолійні культури – такі рослини, складові частини яких є сировиною для виробництва летких ароматичних сполук, що представляють господарську цінність для людини. Класичний підручник «Рослинництво» визначає в якості ефіроолійних такі сільськогосподарські культури (до речі, за детального розгляду класифікації культурних рослин ми побачимо, що ефіроолійні культури належать до групи технічних): коріандр, кмин, аніс, м'ята перцева, шавлія мускатна, лаванда, фенхель, троянда ефіроолійна. За показниками останніх років, загальна площа під ефіроолійними культурами в Україні є незначною і сумарно становить близько 40 тис. га [1].

Варто зазначити, що низка ефіроолійних культур водночас є лікарськими, наприклад, шавлія, м'ята, лаванда, які завдяки лікувально-профілактичним властивостям ефірної олії та інших біологічно активних сполук, що входять до їхнього складу, успішно використовуються у медицині.

Втім, донині сектор ефіроолійного і лікарського рослинництва залишається не досить розвинутим в Україні, а попит на продукцію суттєво перевищує пропозицію на внутрішньому ринку. Найпоширенішими у виробництві ефіроолійними культурами в Україні є шавлія, м'ята, лаванда, фенхель переважно завдяки їхній високій економічній ефективності. Географічно господарства із вирощування лаванди знаходяться в Херсонській і Миколаївській областях, окрім того на Півдні України набирає обертів промислове вирощування шавлії [2].

Кліматичні зміни останніх десятиліть істотно вплинули на структуру посівних площ півдня України. Нині перевага надається більш посухостійким культурам, здатним формувати стабільні врожаї в умовах дефіциту природного зволоження. Отже, основний інтерес тут викликають ефіроолійні культури, які мають досить високу адаптивність до повітряної і ґрунтової посухи та невисокі вимоги до забезпечення вологою [3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Основою виробництва рослинницької продукції є сорт (гібрид). Технологічні прийоми вирощування культури відштовхуються від сортових особливостей, а тому саме сортовий сортимент має першочергове значення для успішного розвитку виробництва ефіроолійних культур. Вивчення сортового складу ефіроолійних культур є необхідною передумовою розвитку галузі, оскільки надасть можливість чітко визначитися зі слабкими місцями поточного сортименту сортів і запропонувати напрями селекційної роботи, а також роботи з інтродукції закордонних сортів і гібридів ефіроолійних культур для забезпечення сталого розвитку галузі. Завдяки сучасним дослідженням у цьому напрямку створюється база для розвитку перспективних напрямів селекційного добору у лікарському та ефіроолійному рослинництві, а також визначено головні маркери селекційно- та господарсько-цінних ознак цих культур, за якими має провадитися селекційна робота. Нині найбільших успіхів в Україні було досягнуто з такими лікарськими та ефіроолійними культурами, як ехінацея пурпурова та м'ята перцева [4]. Окремими дослідженнями було встановлено, що найперспективнішими ефіроолійними культурами для Херсонщини та Півдня України загалом є лаванда, чабрець і гісоп (хоча останні дві культури належать за класифікацією до суто лікарських, а не ефіроолійних) [5]. Інші дослідники наголошують на високій перспективі культивування лаванди і м'яти [6] в умовах Південного Степу України, визначаючи сорт лаванди вузьколистої Степова як найпридатніший до вирощування у сучасних агрокліматичних умовах цієї зони (варто відзначити, що нині цей сорт вилучено із Реєстру) [7]. Значну кількість наукових праць присвячено вивченню технології вирощування фенхелю в умовах південного степу, причому цікаво, що автори виконали математичне моделювання врожайності культури залежно від рівня мінерального живлення, ширини міжряддя та суми ефективних температур [8; 9]. Втім, систематизованого вивчення сор-

тового складу основних ефіроолійних культур, придатних для вирощування на Півдні України, нині не було здійснено. Отже, важливо чітко визначитись із наявним генофондом ефіроолійних рослин, дозволених і придатних для поширення на півдні України, для подальшого розроблення відповідних сортоцентричних елементів технології вирощування.

**Мета роботи –** оцінювання сортового сортименту ефіроолійних культур, придатних для вирощування в умовах Півдня України (зона Степу), та визначення головних напрямків селекційної роботи, а також роботи з інтродукції закордонних селекційних здобутків задля забезпечення сталого розвитку галузі ефіроолійного рослинництва у регіоні.

**Матеріали та методика досліджень.** Для оцінки сортового складу ефіроолійних культур ми використовували останню редакцію Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 році (станом на 20 вересня 2021 р.) [10]. Ми виконували структурування сортименту за зонуванням, роками надходження до Реєстру та оригінаторами (закордонними або вітчизняними).

**Результати досліджень.** За результатами аналітичного вивчення Реєстру сортів України було встановлено, що окремі ефіроолійні культури, а саме кмин, аніс і троянда ефіроолійна, офіційно не представлені жодним сортом, дозволеним до вирощування і розмноження в Україні. Така ситуація є неприйнятною, оскільки вищезазначені культури користуються стабільно високим попитом на внутрішньому фармацевтичному і косметичному ринку, а відсутність доступних сертифікованих сортів є перешкодою для ведення ефективного їх виробництва. Особливо актуальною для півдня України є селекційна робота зі створення власних та інтродукції закордонних сортів троянди ефіроолійної, яка є однією з найперспективніших ефіроолійних культур для Херсонської області, особливо зважаючи на анексію Криму як одного із найпотужніших виробників ароматичної олії троянди.

Найбільший сортимент, представлений для усіх агрокліматичних зон України серед ефіроолійних культур, має коріандр. Усього районовано 4 сорти цієї культури, 2 з яких – вітчизняної селекції. Водночас 2 закордонні сорти досі не мають чіткого районування, незважаючи на те, що були занесені до Реєстру більше ніж 10 років тому. Отже, потрібно виконувати роботу з екологічного сортовипробування цих сортів коріандру для чіткого районування. Спектр вітчизняних сортів варто оновлювати та розширювати, оскільки районований для зони Степу сорт Оксаніт є доволі застарілим і вже не відповідає сучасним кліматичним та агротехнологічним реаліям півдня України.

М'ята перцева та шавлія мускатна представлені по одному сорту за кожною культурою, причому сорт м'яти перцевої Лебедина пісня має універсальне районування, а сорт шавлії Кардинал придатний до вирощування у зонах Полісся і Лісостепу. Враховуючи потенційну зацікавленість агровиробників степової зони у вирощуванні шавлії мускатної, варто виконувати селекційний добір посухостійких сортів культури для цієї агрокліматичної зони. Сортимент м'яти перцевої і шавлії мускатної є дуже бідним і потребує ретельної уваги створення та інтродукції нових сортів цих культур.

Лаванда вузьколиста представлена трьома новими вітчизняними сортами, причому два з них районовані саме для Степу України, а один сорт є універсальним. Цей факт робить цю ефіроолійну культуру найперспективнішою для зони Півдня України, оскільки вона має достатній сортовий базис для розроблення сортових технологій вирощування і впровадження їх у виробництво.

Фенхель представлений двома новими сортами: один є вітчизняним, районованим для Полісся та Лісостепу, і один закордонний, універсального районування, тобто придатний і для вирощування на Півдні України. Звичайно, слід виконувати роботу із вітчизняної селекції фенхелю для зони Степу і розширювати сортимент культури. Втім, дослідниками вже було доведено економічну ефективність і доцільність виробництва фенхелю у Південному Степу на Херсонщині, отже, нині потрібно здійснити паралельне селекційному процесу детальне вивчення сортових технологій і створити раціональну агротехнологію для цієї культури.

**Висновки.** Таким чином, аналізуючи сучасний сортимент ефіроолійних культур в Україні, офіційно зареєстрованих у Реєстрі та дозволених до вирощування

Таблиця 1

**Структурування сортового складу ефіроолійних культур за зонами вирощування, роками введення у Реєстр, співвідношення закордонних і вітчизняних сортів**

| Культура | Зони | | | Без зони |
|---|---|---|---|---|
| | Степ | Лісостеп | Полісся | |
| Кмин (*Carum carvi* L.) | 0 | | | |
| Коріандр (*Coriandrum sativum* L.) | 1, вітчизняний, 1997 | 1, вітчизняний, 2021 | | 2, закордонні, 2009 |
| Аніс (*Pimpinella anisum*) | 0 | | | |
| М'ята перцева (*Mentha piperita*) | 1, вітчизняний, 2008 | | | |
| Шавлія мускатна (*Salvia sclarea* L.) | | 1, вітчизняний, 2004 | | |
| Лаванда вузьколиста (*Lavandula angustifolia* Mill.) | 2, вітчизняний, 2021 | | | |
| | 1, вітчизняний, 2021 | | | |
| Фенхель (*Foeniculum vulgare* Mill.) | 1, іноземний, 2020 | | | |
| | | 1, вітчизняний, 2021 | | |
| Троянда ефіроолійна (*Rosa gallica* L. та *Rosa dam-ascena* Mill.) | 0 | | | |

і розмноження, нами відмічено недостатній рівень забезпеченості галузі ефіроолійного рослинництва основним засобом виробництва – сортом. Низка ефіроолійних культур не представлена у Реєстрі жодним сортом, інші культури мають украй обмежений сортовий склад, інколи – застарілий і невідповідний сучасним агровиробничим умовам. Тому селекційна робота і робота з інтродукції закордонних сортів ефіроолійних культур є конче необхідною для забезпечення розвитку галузі в Україні.

Найперспективнішими культурами для Півдня України загалом і для Херсонщини зокрема ми вважаємо такі культури, як лаванда вузьколиста і фенхель звичайний, представлені у Реєстрі районованими сортами. Низкою досліджень підтверджено економічну ефективність виробництва таких культур у цій зоні вирощування.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Зінченко О.І., Салатенко В.Н., Білоножко М.А. Рослинництво. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
2. Мірзоєва Т.В. Щодо економічної доцільності виробництва лікарських ефіроолійних культур. *Актуальні питання економіки в забезпеченні цілей сталого розвитку: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції, присвяченої 65-річчю кафедри економіки підприємства ім. проф. І.Н. Романенка (м. Київ, 4 жовтня 2019 року).* Київ, 2019. С. 101–102.
3. Мірзоєва Т. В. Тенденції розвитку виробництва лікарських, пряних і ефіроолійних рослин в Україні. *Новітні технології у науковій діяльності і навчальному процесі : зб. тез Всеукр. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих учених (м. Чернігів, 8-9 квіт. 2020 р.) : збірник тез доп*. Чернігів, 2020. С. 393–396.
4. Куценко Н. І. Перспективи селекційних досліджень лікарських та ефіроолійних рослин в Україні. *Агроекологічний журнал.* 2016. Вип. 2. С. 85–92.
5. Свиденко Л., Єжов В. Перспективи вирощування деяких ефіроолійних культур у Степу Південному. *Вісник аграрної науки*. 2015. Том 93, № 6. С. 20–24.
6. Манушкіна Т.М. Перспективи вирощування ефіроолійних рослин в умовах зміни клімату у зоні Південного Степу України. *Виклики для аграрної науки та освіти : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р*. Київ, 2018. С. 378–380.
7. Зінов'єв В.С., Манушкіна Т.М. Особливості вирощування сортів лаванди вузьколистої (Lavandula angustifolia Mill.) в умовах Півдня України. *Кліматичні зміни та сільське господарство. Виклики для аграрної науки та освіти : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, м. Київ, 13-14 березня 2018 р.* Київ, 2018. С. 376–377.
8. Makukha O.V. Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) yield prediction using a regression model. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 75–84.
9. Макуха О.В. Особливості формування сухої речовини фенхелю звичайного залежно від агротехнічних заходів в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 99. С. 76–83.
10. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Київ : Мінагрополітики, 2021. 528 с.


**REFERENCES:**


1. Zinchenko, O.I., Salatenko, V.N., & Bilonozhko, M.A. (2001). Roslynnytstvo [Plant Science]. Kyiv, Agrarna osvita. 591 pp. [In Ukrainian].
2. Mirzoyeva, T.V. (2019). Shchodo ekonomichnoi dotsilnosti vyrobnytstva likarskykh efirooliynykh kultur [On the economic efficiency of medicinal aromatic crops production]. *Current issues of economics in ensuring the goals of sustainable development: Proceedings of the All-Ukrainian scientific-practical conference dedicated to the 65th anniversary of the Department of Economics of the enterprise. prof. I.N. Romanenko (Kyiv, October 4, 2019),* 101–102 [In Ukrainian].
3. Mirzoyeva, T.V. (2020). Tendentsii rozvytku vyrobnytstva likarskykh, prianykh i efirooliynykh roslyn v Ukraiani [Tendencies on the development of production of medicinal, aromatic crops in Ukraine]. *The latest technologies in scientific activity and educational process: Proceedings of All-Ukrainian scientific-practical conf. students, graduate students and young scientists (Chernihiv, April 8-9, 2020): a collection of abstracts.*, 393–396 [In Ukrainian].
4. Kutsenko, N.I. (2016). Perspektyvy selektsiynykh doslidzhen likarskykh ta efirooliynykh Roslyn v Ukraini [The prospects of breeding studies on medicinal and aromatic crops in Ukraine]. *Agroecological Journal*, *2*, 85–92 [In Ukrainian].
5. Svydenko, L., & Yezhov, V. (2015). Perspektyvy vyroshchuvannia deyakykh efirooliynykh kultur u Stepu Pivdennomu [the prospects of cultivation of some aromatic crops in the Southern Steppe]. *Bulletin of Agrarian Science*, *93*(6), 20–24 [In Ukrainian].
6. Manushkina, T.M. (2018). Perspektyvy vyroshchuvannia efirooliynykh Roslyn v umovakh zminy klimatu u zoni Pivdennoho Stepu Ukrainy [The prospects of cultivation of aromatic crops in the conditions of climate change in the zone of Southern Steppe of Ukraine]. *Challenges for agricultural science and education: Proceedings of the international scientific-practical conference, Kyiv, March 13-14, 2018.,* 378–380 [In Ukrainian].
7. Zinoviev, V.S., & Manushkina, T.M. (2018). Osoblyvosti vyroshchuvannia sortiv lavandy vuzkolystoi (Lavandula angustifolia Mill.) v umovakh Pivdnia Ukrainy [Peculiarities of cultivation narrow-leaf lavender varieties (Lavandula angustifolia Mill.) in the conditions of the South of Ukraine]. *Climate change and agriculture. Challenges for agricultural science and education: Proceedings of the international scientific-practical conference, Kyiv, March 13-14, 2018.*, 376–377 [In Ukrainian].
8. Makukha, O.V. (2020). Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) yield prediction using a regression model. *Tavrian Scientific Herald*, *113*, 75–84.
9. Makukha, O.V. (2018). Osoblyvosti formubannia Sukhoi rechovyny fenkheliu zvychainoho zalezhno vid agrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivdnia Ukrainy [Peculiarities of dry matter formation in fennel vulgare depending on agrotechnical measures in the conditions of the South of Ukraine]. *Tavrian Scientific Herald*, *99*, 76–83.
10. *State register of plant varieties, suitable for dissemination in Ukraine for 2021*. Kyiv, Minagropolityky. 528 pp.

**Вожегова Р.А., Лиховид П.В., Біляєва І.М., Бойценюк Х.І. Сортовий склад ефіроолійних культур, придатних для вирощування на Півдні України**

**Мета.** Здійснення оцінки сортового сортименту ефіроолійних культур, придатних для вирощування в умовах Півдня України (зона Степу) та визначення головних напрямків селекційної роботи, а також роботи з інтродукції закордонних селекційних здобутків задля забезпечення сталого розвитку галузі ефіроолійного рослинництва у регіоні.

**Методи.** Аналітичний підхід до структурування сортового складу ефіроолійних культур за зонами вирощування, оригінатором і роком введення до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні у 2021 році із виділенням найперспективніших культур для вирощування на Півдні України.

**Результати.** Установлено недостатню забезпеченість сортами ефіроолійних культур в Україні. Низка культур (кмин, аніс, троянда ефіроолійна) не представлені жодним сортом. Найбільшу кількість сортів, дозволених для вирощування і розмноження в Україні, має коріандр, а саме чотири сорти (два вітчизняні та два іноземного походження). Деякі сорти іноземного походження досі не районовані. Найперспективнішими культурами для Півдня України і Херсонщини ми вважаємо лаванду вузьколисту та фенхель звичайний. Робота із селекції та інтродукції закордонних сортів ефіроолійних культур в Україні, незважаючи на високу перспективність та економічну привабливість галузі, триває у недостатньому обсязі.

**Висновки.** Селекційна робота, а також робота із інтродукції сортів ефіроолійних культур іноземного походження із їхнім екологічним сортовипробуванням і районуванням є конче необхідною для забезпечення розвитку галузі ефіроолійного рослинництва в Україні. Найперспективнішими культурами для півдня України є лаванда вузьколиста і фенхель звичайний, що підтверджується широким сортовим сортиментом для зони Степу та результатами пілотних досліджень вітчизняних науковців щодо економічної ефективності їх виробництва у Херсонській області.

**Ключові слова:** ефіроолійні культури, сорт, селекційна робота, інтродукція, економічна ефективність.

**Vozhehova R.A., Lykhovyd P.V., Biliaieva I.M., Boitseniuk K.I. Varietal composition of aromatic crops suitable for cultivation in the South of Ukraine**

**Purpose.** To assess the varietal assortment of essential aromatic crops suitable for cultivation in the South of Ukraine (Steppe zone) and determine the main directions of plant breeding work and work on the introduction of foreign breeding achievements to ensure sustainable development of the essential aromatic crop industry in the region.

**Methods.** An analytical approach to structuring the varietal composition of essential aromatic crops by cultivation zones, originators and the year of inclusion in the State Register of plant varieties suitable for dessemination in Ukraine for 2021, highlighting the most prospective crops for the cultivation in the South of Ukraine.

**Results.** Insufficient provision with varieties of essential aromatic crops in Ukraine has been established. A number of crops (caraway, anise, aromatic rose) are not represented by any variety. The largest number of varieties allowed for cultivation and reproduction in Ukraine has coriander, namely four varieties (two domestic and two foreign). Some varieties of foreign origin have not yet been zoned. We consider narrow-leaved lavender and common fennel as the most promising crops for the South of Ukraine and Kherson oblast. The work on the selection and introduction of foreign varieties of essential aromatic crops in Ukraine, despite the high prospects and economic attractiveness of the industry, is carried out in insufficient volume.

**Conclusions.** Plant breeding work and work on the introduction of varieties of essential aromatic crops of foreign origin with their ecological variety testing and zoning is extremely necessary to ensure the development of the industry of essential aromatic crops in Ukraine. The most prospective crops for the South of Ukraine are narrow-leaved lavender and common fennel, which is confirmed by the widest varietal assortment for the Steppe zone and the results of pilot studies by domestic scientists on the economic efficiency of their production in the Kherson region.

**Key words:** essential aromatic crops, variety, plant breeding work, introduction, economic efficiency.

УДК 631.111“324”:633.527.5/.547.6
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.10

# ОСОБЛИВОСТІ УСПАДКУВАННЯ МАСИ ЗЕРНА ГОЛОВНОГО КОЛОСУ ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ РІЗНИХ ЗА СКОРОСТИГЛІСТЮ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

**ЛОЗІНСЬКИЙ М.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-6078-3209*
Білоцерківський національний аграрний університет
**УСТИНОВА Г.Л.** – асистент кафедри генетики, селекції і насінництва
*https://orcid.org/0000-0002-3056-358X*
Білоцерківський національний аграрний університет
**ОБРАЖІЙ С.В.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0002-3532-6655*
**ДІХТЯРЕНКО В.М.** – магістр
Білоцерківський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Пшениця – головна сільськогосподарська культура в усьому світі [1-5] і для більшості населення планети є основним продуктом харчування [3, 6-8], забезпечуючи близько половини потреби у білках і калоріях [9].

Загальновідомо, що сортові ресурси є основою виробництва сільськогосподарських культур. Це багато в чому визначає регіональні технології вирощування, величину врожайності, хімічний склад зерна та енергетична ефективність отриманої продукції [10; 11].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**. Актуальним напрямом досліджень є створення і впровадження у сільськогосподарське виробництво нових сортів пшениці м’якої озимої із високим потенціалом продуктивності та якості зерна, добре адаптованих до мінливих умов вирощування [12].

Урожайність пшениці формується під контролем усього генотипу під час його взаємодії із навколишнім середовищем, а рівень урожайності сорту визначається комплексним проявом ознак і властивостей [13-17].

Гібридизація є домінуючим методом створення сортів пшениці, а головним джерелом вихідного матеріалу є колекційні сортові зразки різного генетичного і географічного походження [18; 19]. За допомогою гібридизації можна поєднувати в одному генотипі потрібні ознаки і властивості, а завдяки генетичній рекомбінації і трансгресивній мінливості отримувати якісно новий вихідний матеріал [20].

Батьківські форми, що використовуються у гібридизації, повинні мати не лише високий генотиповий рівень господарсько-цінних ознак, але і підвищені донорські властивості. Водночас концепція створення сорту потребує від селекціонера знань генетичних факторів успадкування цих ознак [21].

У селекційних дослідженнях потрібно вивчати успадкування не урожайності загалом, а її окремих ознак, із яких вона складається [22]. Важливо також знати, як вони успадковуються за певних умов середовища [23].

За умови достатньої рекомбінації батьківських компонентів у $F_1$ можливим є виникнення гетерозису – вищої, ніж у батьківських форм, адаптивності, продуктивності, життєздатності і стійкості до стресових факторів [23]. Вивчення кількісних ознак, які контролюються полімерними генами, дуже ускладнюється внаслідок їхньої значної мінливості, спричиненої умовами середовища, а загальна картина успадкування і мінливості «маскується» модифікуючою дією гетерозису в $F_1$ [24].

Одним із найголовніших елементів структури урожаю, який цікавить кожного селекціонера, є маса зерна з головного колоса – комплексний показник, який характеризує одночасно масу однієї зернини і їхню загальну кількість у колосі [25, 26].

**Метою** дослідження є встановлення особливостей успадкування маси зерна головного колосу гібридами першого покоління, отриманими від схрещування різних за скоростиглістю сортів пшениці м’якої озимої.

**Матеріали та методика досліджень.** У 2018–2020 рр. на дослідному полі науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ досліджували 45 комбінацій схрещування. До гібридизації залучали ранньостиглі сорти Миронівська рання (Мир. рання), Кольчуга, Білоцерківська напівкарликова (Б.Ц. н/к.); середньоранні – Золотоколоса (Золот.), Чорнява, Щедра нива (Щед. н.); середньостиглі – Столична (Стол.), Відрада, Миронівська 61 (Мир. 61), Антонівка (Антон.), Єдність; середньопізні – Добірна, Пивна і Вдала. Насіння $F_1$ і батьківських форм висівали за схемою ♀–$F_1$–♂. Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу здійснювали за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності [27]. Агротехніка є загальноприйнятою для вирощування пшениці м’якої озимої у Лісостепу України. Попередник – гірчиця.

Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали за методикою Б. А. Доспєхова [28] і програмою “Statistica”, версія 6.0.

Показники гіпотетичного (Ht) та істинного (Htb) гетерозису за масою зерна головного колосу у $F_1$ визначали за Matzinger D. F. [29], S. Fonseca, F. Patterson [30].

Ступінь фенотипового домінування ($h_p$) визначали за методикою B. Griffing [31]. Отримані результати класифікували за G. M. Beil, R. E. Atkins [32]: позитивне наддомінування (гетерозис) hp > +1; часткове позитивне домінування +0,5 < hp ≤ + 1; проміжне успадкування –0,5 ≤ hp ≤ +0,5; часткове від’ємне успадкування–1 ≤ hp < –0,5; негативне наддомінування (депресія) hp < –1.

**Результати досліджень.** Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить, що у середньому за період 2018–2020 роки маса зерна головного колосу у задіяних

до гібридизації батьківських форм становила від 1,46 г (у сорту Єдність у 2020 р.) до 2,40 г (у сорту Чорнява у 2019 р.). Визначені показники маси зерна головного колосу свідчать про їхню значну диференціацію як між сортами пшениці м'якої озимої, так і в межах генотипу за роками досліджень. Отже, можна стверджувати, що маса зерна головного колосу пшениці є генетично зумовленим показником, який піддається впливу умов року і реалізується під час взаємодії «генотип-умови року» (табл. 1, 2).

Під час використання у гібридизації материнської форми ранньостиглих сортів отримані гібриди у 2018–2020 рр. за масою зерна головного колосу мали значні відмінності. Найбільшу середню за $F_1$ масу зерна головного колосу (2,90 г) сформовано у 2018 році. В умовах 2019 року показник був дещо меншим – 2,46 г, а мінімальну масу зерна (1,83 г) головного колосу $F_1$ відмічено у 2020 р. (табл. 1).

Стабільно високу масу зерна головного колосу (2,59–2,40 г) у середньому за три роки дослідження формували $F_1$: Б.Ц. н/к. / Антон.; Кольчуга / Антон.; Мир. рання / Б.Ц. н/к. Мінливість маси зерна з колосу за роки дослідження у них становила 0,73–1,00 г. За середньої мінливості показника 1,08–1,52 г високою масою зерна у колосі характеризувалися Кольчуга /Стол. (2,77 г), Мир. рання / Єдність (2,66 г), Мир. рання / Золот. (2,63 г).

Під час залучення до гібридизації середньоранніх, середньостиглих та середньопізніх сортів маса зерна головного колосу $F_1$ за роки дослідження становила 1,43–3,79 г, що указує на значні відмінності за досліджуваною ознакою. Максимальна середня маса зерна (3,10 г) у колосі гібридів була сформована у 2018 році. Значно менші показники отримано у 2019-2020 рр. – 2,54 г і 2,21 г відповідно.

Більшою ніж середня масою зерна головного колосу гібридів зі стабільним проявом у середньому за три роки відзначилися Золот. / Стол. (2,77 г) і Вдала / Стол. (2,74 г). Варіювання досліджуваної ознаки становило 0,32 г і 0,86 г відповідно. За середньої мінливості 1,04–1,35 г високі показники маси зерна мали: Вдала / Пивна (3,11 г); Золот. / Єдність (2,77 г); Золот. / Відрада (2,71 г); Єдність / Відрада (2,70 г) (табл. 2).

Дослідженням установлено, що формування маси зерна головного колосу $F_1$ залежить від підбору батьківських компонентів гібридизації та умов року.

Упродовж трьох років позитивний гіпотетичний гетерозис визначено у 27, а істинний – у 18 із 45 комбінацій схрещування. Стабільно високим гіпотетичним (118,2–19,9 %) та істинним (97,3–16,7 %) гетерозисом у 2018-2020 роках характеризувалися такі комбінації схрещування, як Вдала / Пивна; Єдність / Відрада; Золот. / Відрада; Золот. / Стол.; Вдала / Стол.; Золот. / Щед. н.; Б.Ц. н/к. / Відрада. Водночас за виключенням Золот. / Щед. н. і Б.Ц. н/к. / Відрада всі інші гібриди перевищували середній за дослідом показник маси зерна головного колосу (табл. 3; 4).

Показники гетерозису гібридів пшениці можуть варіювати у широких межах, а виявлений його рівень не

Таблиця 1

**Маса зерна головного колосу F1 і батьківських форм за використання в якості материнської форми ранньостиглих сортів, г**

| Комбінації схрещування | 2018 р. | | | 2019 р. | | | 2020 р. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♀ | $F_1$ | ♂ | ♀ | $F_1$ | ♂ | ♀ | $F_1$ | ♂ |
| **♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Б.Ц. н/к. | 1,62 | 2,89 | 1,67 | 2,00 | 2,34 | 2,18 | 1,92 | 2,10 | 1,67 |
| Мир. рання / Кольчуга | 1,62 | 3,02 | 2,10 | 2,00 | 2,13 | 2,04 | 1,92 | 1,77 | 1,71 |
| Б.Ц. н/к. / Кольчуга | 1,67 | 2,82 | 2,10 | 2,18 | 2,54 | 2,04 | 1,60 | 1,69 | 1,71 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні** | | | | | | | | | |
| Мир. рання/ Золот. | 1,62 | 3,04 | 1,82 | 2,00 | 2,88 | 1,78 | 1,92 | 1,96 | 1,82 |
| Мир. рання / Чорнява | 1,62 | 2,59 | 2,22 | 2,00 | 2,68 | 2,40 | 1,92 | 1,94 | 1,95 |
| Б.Ц. н/к. / Золот. | 1,67 | 2,73 | 1,82 | 2,18 | 2,16 | 1,78 | 1,60 | 2,07 | 1,82 |
| Б.Ц. н/к. / Чорнява | 1,67 | 3,75 | 2,22 | 2,18 | 2,10 | 2,40 | 1,60 | 2,05 | 1,95 |
| Кольчуга / Чорнява | 2,10 | 2,70 | 2,22 | 2,04 | 2,06 | 2,40 | 1,71 | 1,84 | 1,95 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Антон. | 1,62 | 2,23 | 1,90 | 2,00 | 2,47 | 1,76 | 1,92 | 0,96 | 1,93 |
| Мир. рання / Єдність | 1,62 | 3,49 | 1,65 | 2,00 | 2,41 | 1,93 | 1,92 | 2,09 | 1,46 |
| Б.Ц. н/к. / Антон. | 1,67 | 2,89 | 1,90 | 2,18 | 2,73 | 1,76 | 1,60 | 2,16 | 1,93 |
| Б.Ц. н/к. / Єдність | 1,67 | 3,15 | 1,65 | 2,18 | 2,02 | 1,93 | 1,60 | 1,67 | 1,46 |
| Б.Ц. н/к. / Відрада | 1,67 | 2,73 | 1,88 | 2,18 | 2,55 | 1,83 | 1,60 | 1,91 | 1,54 |
| Кольчуга / Антон. | 2,10 | 2,86 | 1,90 | 2,04 | 2,84 | 1,76 | 1,71 | 1,86 | 1,93 |
| Кольчуга / Єдність | 2,10 | 2,11 | 1,65 | 2,04 | 2,53 | 1,93 | 1,71 | 1,79 | 1,46 |
| Кольчуга / Відрада | 2,10 | 2,33 | 1,88 | 2,04 | 2,45 | 1,83 | 1,71 | 1,72 | 1,54 |
| Кольчуга / Стол. | 2,10 | 3,56 | 2,00 | 2,04 | 2,72 | 1,76 | 1,71 | 2,04 | 1,85 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Вдала | 1,62 | 3,42 | 1,77 | 2,00 | 2,61 | 1,88 | 1,92 | 1,31 | 1,79 |
| Мир. рання / Добірна | 1,62 | 2,86 | 1,73 | 2,00 | 2,37 | 2,05 | 1,92 | 1,94 | 1,80 |
| Б.Ц. н/к. / Добірна | 1,67 | 2,91 | 1,73 | 2,18 | 2,54 | 2,05 | 1,60 | 1,77 | 1,80 |

Таблиця 2

**Маса зерна головного колосу F1 і батьківських форм за використання у гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів, г**

| Комбінації схрещування | 2018 р. | | | 2019 р. | | | 2020 р. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ♀ | $F_1$ | ♂ | ♀ | $F_1$ | ♂ | ♀ | $F_1$ | ♂ |
| **♀ середньоранні / ♂ середньоранні** | | | | | | | | | |
| Золот. / Чорнява | 1,82 | 2,86 | 2,22 | 1,78 | 2,23 | 2,40 | 1,82 | 2,47 | 1,95 |
| Золот./ Щед. н. | 1,82 | 2,75 | 1,90 | 1,78 | 2,56 | 1,97 | 1,82 | 2,17 | 1,82 |
| Чорнява / Щед. н. | 2,22 | 2,95 | 1,90 | 2,40 | 1,91 | 1,97 | - | - | - |
| **♀ середньоранні / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Золот. / Антон. | 1,82 | 2,57 | 1,90 | 1,78 | 2,23 | 1,76 | 1,82 | 1,76 | 1,93 |
| Золот. / Єдність | 1,82 | 3,24 | 1,65 | 1,78 | 3,16 | 1,93 | 1,82 | 1,92 | 1,46 |
| Золот. / Відрада | 1,82 | 3,40 | 1,88 | 1,78 | 2,37 | 1,83 | 1,82 | 2,36 | 1,54 |
| Золот. / Стол. | 1,82 | 2,84 | 2,00 | 1,78 | 2,89 | 1,76 | 1,82 | 2,57 | 1,85 |
| Чорнява / Антон. | 2,22 | 3,15 | 1,90 | 2,40 | 1,43 | 1,76 | - | - | - |
| Чорнява / Єдність | 2,22 | 3,16 | 1,65 | - | - | - | - | - | - |
| Чорнява / Відрада | 2,22 | 3,36 | 1,88 | - | - | - | 1,95 | 3,54 | 1,54 |
| Чорнява / Стол. | 2,22 | 3,79 | 2,00 | - | - | - | 1,95 | 2,75 | 1,85 |
| Щед. н. / Антон. | 1,90 | 3,00 | 1,82 | - | - | - | 1,82 | 2,10 | 1,93 |
| Щед. н. / Стол. | - | - | - | 1,97 | 2,69 | 1,76 | 1,82 | 2,09 | 1,85 |
| Щед. н. / Відрада | 1,90 | 3,04 | 1,88 | 1,97 | 1,82 | 1,83 | 1,82 | 2,22 | 1,54 |
| **♀ середньоранні / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Щед. н. / Добірна | 1,90 | 3,09 | 1,73 | 1,97 | 2,05 | 2,05 | 1,82 | 2,33 | 1,80 |
| **♀ середньостиглі / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Антон. / Єдність | 1,90 | 2,50 | 1,65 | 1,76 | 2,11 | 1,93 | 1,93 | 1,69 | 1,46 |
| Антон. / Відрада | 1,90 | 3,21 | 1,88 | 1,76 | 1,92 | 1,83 | 1,93 | 1,91 | 1,54 |
| Антон. / Стол. | 1,90 | 3,56 | 2,00 | 1,76 | 2,31 | 1,76 | 1,93 | 2,21 | 1,85 |
| Антон. / Мир. 61 | - | - | - | 1,76 | 3,20 | 2,10 | 1,95 | 2,36 | 1,97 |
| Мир. 61 / Єдність | 2,11 | 3,51 | 1,65 | 2,10 | 2,78 | 1,93 | 1,97 | 1,74 | 1,46 |
| Єдність / Відрада | 1,65 | 3,18 | 1,88 | 1,93 | 2,92 | 1,83 | 1,46 | 2,01 | 1,54 |
| **♀ середньостиглі / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Єдність / Добірна | 1,65 | 2,65 | 1,73 | 1,93 | 2,35 | 2,05 | 1,46 | 1,65 | 1,80 |
| **♀ середньопізні / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Вдала / Стол. | 1,77 | 3,07 | 2,00 | 1,88 | 2,95 | 1,76 | 1,79 | 2,21 | 1,85 |
| **♀ середньопізні / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Вдала / Пивна | 1,77 | 3,08 | 1,60 | 1,88 | 3,71 | 1,52 | 1,79 | 2,54 | 2,16 |
| Добірна / Пивна | 1,73 | 3,44 | 1,60 | 2,05 | 3,67 | 1,52 | 1,85 | 2,00 | 2,16 |

Таблиця 3

**Ступінь фенотипового домінування і гетерозис за масою зерна головного колосу в F1 за використання в якості материнської форми ранньостиглих сортів**

| Комбінації схрещування | 2018 р. | | | 2019 р. | | | 2020 р. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Гетерозис, % | | $h_p$ | Гетерозис,% | | $h_p$ | Гетерозис, % | | $h_p$ |
| | Ht | Hbt | | Ht | Hbt | | Ht | Hbt | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ ранньостиглі** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Б.Ц. н/к. | 75,2 | 73,1 | 62,0 | 12,0 | 7,3 | 2,8 | 16,7 | 9,4 | 2,5 |
| Мир. рання / Кольчуга | 62,4 | 43,8 | 4,8 | 5,4 | 4,4 | 5,5 | -2,7 | -7,8 | -0,5 |
| Б.Ц. н/к. / Кольчуга | 49,2 | 34,3 | 4,4 | 20,4 | 16,5 | 6,1 | 1,8 | -1,2 | 0,6 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньоранні** | | | | | | | | | |
| Мир. рання/ Золот. | 76,7 | 67,0 | 13,2 | 51,6 | 44,0 | 9,8 | 4,8 | 2,1 | 1,8 |
| Мир. рання / Чорнява | 34,9 | 16,7 | 2,2 | 21,8 | 11,7 | 2,4 | 0,5 | -0,5 | 0,5 |
| Б.Ц. н/к. / Золот. | 56,0 | 50,0 | 14,0 | 9,1 | -0,9 | 0,9 | 21,1 | 13,7 | 3,3 |
| Б.Ц. н/к. / Чорнява | 92,3 | 68,9 | 6,7 | -8,3 | -12,5 | -1,7 | 15,2 | 5,1 | 1,6 |
| Кольчуга / Чорнява | 25,0 | 21,6 | 9,0 | -7,2 | -14,2 | -0,9 | 0,5 | -5,6 | 0,1 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Антон. | 26,7 | 11,4 | 3,4 | 31,4 | 23,5 | 4,9 | -50,0 | -50,3 | -96,0 |
| Мир. рання / Єдність | 112,8 | 111,5 | 185,0 | 22,3 | 20,5 | 14,7 | 23,7 | 8,9 | 1,7 |

Закінчення табл. 3

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Б.Ц. н/к. / Антон. | 61,5 | 52,1 | 10,0 | 38,6 | 25,2 | 3,6 | 22,0 | 11,9 | 2,4 |
| Б.Ц. н/к. / Єдність | 89,8 | 88,6 | 149,0 | -1,9 | -7,3 | -0,3 | 9,2 | 4,4 | 2,0 |
| Б.Ц. н/к. / Відрада | 53,4 | 45,2 | 9,5 | 26,9 | 17,0 | 3,2 | 21,7 | 19,4 | 11,3 |
| Кольчуга / Антон. | 43,0 | 36,2 | 8,6 | 49,5 | 39,2 | 6,7 | 2,2 | -3,6 | 0,4 |
| Кольчуга / Єдність | 12,2 | 0,5 | 1,1 | 27,1 | 24,0 | 10,8 | 12,6 | 4,7 | 1,7 |
| Кольчуга / Відрада | 17,1 | 11,0 | 3,1 | 26,3 | 20,1 | 5,1 | 5,5 | 0,6 | 1,1 |
| Кольчуга / Стол. | 73,7 | 69,5 | 30,2 | 42,0 | 33,3 | 6,4 | 14,6 | 10,3 | 3,7 |
| **♀ ранньостиглі / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Мир. рання / Вдала | 101,2 | 93,2 | 24,6 | 34,5 | 30,5 | 11,2 | -29,6 | -31,8 | -9,2 |
| Мир. рання / Добірна | 70,2 | 65,3 | 23,6 | 16,7 | 15,6 | 17,0 | 4,3 | 1,0 | 1,3 |
| Б.Ц. н/к. / Добірна | 71,2 | 68,2 | 40,3 | 19,8 | 16,5 | 7,0 | 4,1 | -1,7 | 0,7 |

Таблиця 4

**Ступінь фенотипового домінування і гетерозис за масою зерен у головному колосі F1 за використання у гібридизації середньоранніх, середньостиглих і середньопізніх сортів**

| Комбінації схрещування | 2018 р. | | | 2019 р. | | | 2020 р. | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Гетерозис, % | | $h_p$ | Гетерозис, % | | $h_p$ | Гетерозис, % | | $h_p$ |
| | Ht | Hbt | | Ht | Hbt | | Ht | Hbt | |
| **♀ середньоранні / ♂ середньоранні** | | | | | | | | | |
| Золот. / Чорнява | 41,6 | 28,8 | 4,2 | 6,7 | -7,1 | 0,5 | 30,7 | 26,7 | 9,7 |
| Золот./ Щед. н. | 47,8 | 44,7 | 22,3 | 36,2 | 29,9 | 7,6 | 17,9 | 16,7 | 16,5 |
| Чорнява / Щед. н. | 43,2 | 32,9 | 5,6 | -12,8 | -20,4 | -1,3 | - | - | - |
| **-♀ середньоранні / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Золот. / Антон. | 38,2 | 35,3 | 17,8 | 26,0 | 25,3 | 46,0 | -6,4 | -8,8 | -2,4 |
| Золот. / Єдність | 86,7 | 78,0 | 17,7 | 69,9 | 63,7 | 18,6 | 17,1 | 5,5 | 1,6 |
| Золот. / Відрада | 83,8 | 80,9 | 51,7 | 30,9 | 29,5 | 28,0 | 40,5 | 29,7 | 4,9 |
| Золот. / Стол. | 48,7 | 42,0 | 10,3 | 63,3 | 62,4 | 112,0 | 39,7 | 38,9 | 73,0 |
| Чорнява / Антон. | 52,9 | 41,9 | 6,8 | -31,3 | -40,4 | -2,0 | - | - | - |
| Чорнява / Єдність | 63,3 | 42,3 | 4,3 | - | - | - | - | - | - |
| Чорнява / Відрада | 63,9 | 51,4 | 7,7 | - | - | - | 102,3 | 81,5 | 9,0 |
| Чорнява / Стол. | 79,6 | 70,7 | 15,3 | - | - | - | 44,7 | 41,0 | 17,0 |
| Щед. н. / Антон. | 61,3 | 57,9 | 28,5 | - | - | - | 10,5 | 8,8 | 6,7 |
| Щед. н. / Стол. | - | - | - | 43,1 | 36,5 | 9,0 | 13,0 | 12,14 | 24,0 |
| Щед. н. / Відрада | 60,8 | 60,0 | 115,0 | -4,2 | -7,6 | -1,1 | 30,6 | 19,4 | 3,3 |
| **♀ середньоранні / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Щед. н. / Добірна | 70,2 | 62,6 | 15,0 | 2,0 | 0,5 | 1,3 | 27,3 | 25,3 | 16,7 |
| **♀ середньостиглі / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Антон. / Єдність | 40,8 | 31,6 | 5,8 | 14,1 | 9,3 | 3,3 | -0,6 | -12,4 | -0,04 |
| Антон. / Відрада | 69,8 | 68,9 | 132,0 | 6,7 | 4,9 | 4,0 | 9,8 | -1,0 | 0,9 |
| Антон. / Стол. | 82,6 | 78,0 | 32,2 | 29,8 | 29,1 | 53,0 | 16,9 | 14,5 | 8,0 |
| Антон./ Мир. 61 | - | - | - | 65,8 | 52,4 | 7,5 | 20,4 | 19,8 | 40,0 |
| Мир. 61 / Єдність | 86,7 | 66,4 | 7,1 | 37,6 | 32,4 | 9,5 | 1,2 | -11,7 | 0,08 |
| Єдність / Відрада | 80,2 | 69,1 | 12,3 | 55,3 | 51,3 | 20,8 | 34,0 | 30,5 | 12,8 |
| **♀ середньостиглі / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Єдність / Добірна | 56,8 | 53,2 | 24,0 | 18,1 | 15,2 | 7,2 | 1,2 | -8,3 | 0,1 |
| **♀ середньопізні / ♂ середньостиглі** | | | | | | | | | |
| Вдала / Стол. | 62,9 | 53,5 | 10,3 | 60,3 | 56,9 | 27,8 | 21,4 | 19,5 | 13,0 |
| **♀ середньопізні / ♂ середньопізні** | | | | | | | | | |
| Вдала / Пивна | 82,7 | 74,0 | 16,4 | 118,2 | 97,3 | 11,2 | 28,3 | 17,6 | 3,1 |
| Добірна / Пивна | 106,6 | 98,8 | 27,3 | 106,2 | 79,9 | 7,3 | -0,5 | -7,4 | -0,07 |

завжди дозволяє прогнозувати появу у нащадків цінних трансгресивних форм, оскільки можливим є виникнення міжалельної взаємодії генів в $F_1$, яке не передається наступним генераціям [33].

Аналіз показників ступеня фенотипового домінування в $F_1$ за масою зерна головного колосу свідчить, що найпоширенішим типом успадкування ознаки є позитивне наддомінування, визначене у 82,5% гібри-

дів. Проміжний тип успадкування спостерігали у 6,4% гібридів. За негативним наддомінуванням детермінація ознаки відбувалася у 5,6%, а за частковим позитивним домінуванням – у 4,8 % гібридів. Найменш поширеним типом успадкування маси зерна є часткове від'ємне успадкування.

Дослідженням установлено, що показники ступеня фенотипового домінування залежать як від підбору пар для гібридизації, так і від умов року, про що свідчить зміна типу успадкування ознаки і варіювання ступеня фенотипового домінування у комбінаціях схрещування за роки дослідження. Зокрема, у 2018 році в усіх комбінаціях успадкування маси зерна головного колосу відбувалося за позитивним наддомінуванням – $h_p$=1,1–149,0. У наступні роки у незначної кількості комбінацій схрещування визначено часткове позитивне домінування, проміжне успадкування, часткове від'ємне успадкування, негативне наддомінування.

Унаслідок проведеного дослідження виділені комбінації, за якими упродовж трьох років успадкування ознаки маса зерна головного колосу відбувалося за позитивним наддомінуванням і формувалася висока продуктивність колосу, а саме: Вдала / Пивна; Золот. / Стол.; Кольчуга / Стол.; Вдала / Стол.; Золот. / Відрада; Єдність / Відрада; Антон. / Стол.; Мир. рання / Єдність.

**Висновки.** 1. Маса зерна головного колосу пшениці м'якої озимої є генетично обумовленою ознакою, яка піддається впливу умов середовища і реалізується під час взаємодії «генотип-умови року».

2. Установлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації та умов року на формування маси зерна головного колосу, показники гетерозису і на ступінь фенотипового домінування у гібридів першого покоління.

3. Найпоширенішим типом успадкування маси зерна головного колосу в $F_1$ пшениці м'якої озимої є позитивне наддомінування, котре визначено у 82,5 % гібридів.

4. Виділені комбінації схрещування Вдала / Пивна, Золот. / Стол., Кольчуга / Стол., Вдала / Стол., Золот. / Відрада, Єдність / Відрада, Антон. / Стол., Мир. рання / Єдність, за яких успадкування маси зерна головного колосу впродовж 2018-2020 років відбувалося за позитивним наддомінуванням у середньому за три роки за високої продуктивності колосу (2,66–3,11 г).

Перспективою подальших досліджень є проведення добору та оцінки одержаних рекомбінантів пшениці м'якої озимої за комплексом господарсько-цінних ознак задля створення нового вихідного матеріалу з високим рівнем продуктивності та адаптації до несприятливих умов Лісостепу України.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Richards R. A., Rebetzke G. J., Appels R., Condon A. G. Physiological traits to improve the yield of rainfed wheat: Can molecular genetics help. In Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water Limited Environments; *A Strategic Planning Workshop*. 2000. P. 54–58.
2. El-Hosary A. A., El-Badawy M., Mehasen S. A. S., El-Akkad T. A., El-Fahdawy A. Genetic diversity among wheat genotypes using RAPD markers and its implication on genetic variability of diallel crosses. *Bio. Sci. Res*. 2019. Vol. 16, No 2. P. 1258–1266.
3. Curtis T., Halford N. G. Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. *Annals of applied biology*. 2014. Vol. 164, No 3. P. 354–372.
4. Tahir S., Ahmad A., Khaliq T., Cheema M. J. Evaluating the impact of seed rate and sowing dates on wheat productivity in semi-arid environment. *Int. J. Agric. Biol*. 2019. Vol. 22. P. 57–64.
5. Li J., Jiao G., Sun Y., Chen J., Zhong Y., Yan L., Xia L. Modification of starch composition, structure and properties through editing of TaSBEIIa in both winter and spring wheat varieties by CRISPR/Cas9. *Plant Biotechnology Journal*. 2021. Vol. 19, No 5. P. 937–951.
6. Gbegbelegbe S., Cammarano D., Asseng S., Robertson R., Chung U., Adam M., Shiferaw B. Baseline simulation for global wheat production with CIMMYT mega-environment specific cultivars. *Field Crops Res*. 2017. Vol. 202. 122–135.
7. Hongjie L, Timothy D. M., Intoshc R. A., Yang Z. Breeding new cultivars for sustainable wheat production. *The Crop Journal*. 2019. Vol. 7, No 6. P. 715–717.
8. Ahmad M. J., Iqbal M. A., Choi K. S. Climate-driven constraints in sustaining future wheat yield and water productivity. *Agric. Water Manag*. 2020. Vol. 231. P. 105991.
9. Giraldo P., Benavente E., Manzano-Agugliaro F., Gimenez E. Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis. *Agronomy.* 2019. Vol. 9. P. 352.
10. Volkova L. V. Productivity of spring wheat and its relation to elements of yield structure in years differ by meteorological conditions. *Agricultural Science Euro-North-East*. 2016. Vol. 6. P. 9–15.
11. Kozlov V. E. Agricultural and breeding prerequisites for successful introduction of Mironovka winter wheat varieties in the USSR as the base for introducing new varieties resistant to Siberian winter. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2015. Vol. 17, No 3. P. 541–557.
12. Nekrasova O., Kravchenko N., Marchenko D., Nekrasov E. Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop. In *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 273. P. 01027.
13. Базалій В. В. Бойчук І. В. Трансгресивна мінливість гібридів пшениці м'якої озимої і її використання в селекції. *Таврійський науковий вісник*. 2012. № 78. С. 3–8.
14. Лозінська Т. Успадкування та трансгресивна мінливість маси зерна колоса у $F_1$ і $F_2$ пшениці ярої. *ΛΌГОΣ. мистецтво наукової думки*. 2019. № 4. С. 129-131.
15. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Зернова продуктивність ліній пшениці м'якої озимої, отриманих від схрещування батьківських форм різного еколого-географічного походження. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2014. № 1 (109). С. 11-16.
16. Бурденюк-Тарасевич Л. А., Лозінський М. В. Формування довжини головного колоса в ліній пшениці озимої різного еколого-географічного походження. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2013. № 11 (104). С. 30-34.
17. Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Довжина головного колоса у гібридів $F_1$ *Triticum aestivum* L.,

створених за участі носіїв пшенично-житніх транслокацій. *Миронівський вісник*. 2017. №. 5. С. 56-69.
18. Панкова О. В., Пузік В. К., Лисиченко М. Л. Вплив електромагнітного випромінювання на рослини: монографія. Харків: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. 159 с.
19. Хоменко С. О., Солона В. Й., Зварун Т. В. Особливості селекції пшениці ярої в умовах Лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2011. № 100. С. 181-191.
20. Prasad K. D., Haque M. F., Ganguli D. K. Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Indian J. Genet*. 1998. No 1. P. 97–100.
21. Горбачова С. М. Результати і методи селекції зі створення нових конкурентоспроможних сортів проса. *Селекція і насінництво*. 2011. No 99. С. 108–114.
22. Орлюк А. П. Генетика пшениці з основами селекції: монографія. Херсон: Айлант, 2012. 436 с.
23. Ларченко К. А., Моргун Б. В. Ознаки якості зерна пшениці та методи їх поліпшення. *Физиология и биохимия культурных растений*. 2010. Т. 42, № 6. С. 463–474.
24. Васильківський С. П., Івко Ю. О. Ефект гетерозису та ступінь фенотипового домінування у гібридів $F_1$ ріпаку озимого. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2013. Вип. 10.(100). С. 5–10.
25. Лихочвор В. В. Продуктивность и структура урожая озимой пшеницы. *Зерно*. 2008. № 7. С. 24–28.
26. Лозінська Т. П. Формування елементів продуктивності нових сортів пшениці м'якої ярої в умовах Лісостепу України. *Агробіологія: збірник наукових праць*. 2013. Вип. 10 (100). С. 22–25.
27. Волкодав В. В. Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні: заг. част. Охорона прав на сорти рослин: Офіційний бюлетень. Київ: Алефа. 2003. Вип.1. ч. 3. 106 с.
28. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Агропромиздат. 1985. 352 с.
29. Matzinger D. F., Mannand T. J., Cockerham C. C. Diallel cross in Nicotiana tabacum. *Crop Science.* 1962. No 2. P. 238–286.
30. Fonseca S., Patterson F. L. Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science.* 1968. No 1. P. 85–88.
31. Griffing B. Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. *Genetics.* 1950. No 35. P. 303–321.
32. Beil G. M., Atkins R. E. Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. *Iowa State Journal.* 1965. No 39. P. 3.
33. Рипбергер Е.И., Боме Н. А. Изучение комбинационной способности мягкой яровой пшеницы ((*Triticum aestivum* L.) в системе диалельных скрещиваний. Sworld. 2014.

**REFERENCES:**

1. Richards, R.A., Rebetzke, G.J., Appels, R., & Condon, A.G. (2000). Physiological traits to improve the yield of rainfed wheat: Can molecular genetics help. In Molecular Approaches for the Genetic Improvement of Cereals for Stable Production in Water Limited Environments; A Strategic Planning Workshop.54–58.
2. El-Hosary, A.A., El-Badawy, M., Mehasen, S.A.S., El-Akkad, T.A., & El-Fahdawy, A. (2019). Genetic diversity among wheat genotypes using RAPD markers and its implication on genetic variability of diallel crosses. Bio. Sci. Res. 16(2). 1258–1266.
3. Curtis, T., & Halford, N.G. (2014). Food security: the challenge of increasing wheat yield and the importance of not compromising food safety. Annals of applied biology. 164(3). 354–372.
4. Tahir, S., Ahmad, A., Khaliq, T., & Cheema, M. (2019). Evaluating the impact of seed rate and sowing dates on wheat productivity in semi-arid environment. Int. J. Agric. Biol. 22. 57–64.
5. Li, J., Jiao, G., Sun, Y., Chen, J., Zhong, Y., Yan0 L., & Xia, L. (2021). Modification of starch composition, structure and properties through editing of TaSBEIIa in both winter and spring wheat varieties by CRISPR/Cas9. Plant Biotechnology Journal. 19(5). 937–951.
6. Gbegbelegbe, S., Cammarano, D., Asseng, S., Robertson, R., Chung, U., Adam, M., & Shiferaw, B. (2017). Baseline simulation for global wheat production with CIMMYT mega-environment specific cultivars. Field Crops Res. 202. 122–135.
7. Hongjie, L, Timothy, D.M., Intoshc, R.A., & Yang, Z. (2019). Breeding new cultivars for sustainable wheat production. The Crop Journal. 7(6). 715–717.
8. Ahmad, M.J., Iqbal, M.A., & Choi, K.S. (2020). Climate-driven constraints in sustaining future wheat yield and water productivity. Agric. Water Manag. 231. 105991.
9. Giraldo, P., Benavente, E., Manzano-Agugliaro, F., & Gimenez, E. (2019). Worldwide research trends on wheat and barley: A bibliometric comparative analysis. Agronomy. 9. 352.
10. Volkova, L.V. (2016). Productivity of spring wheat and its relation to elements of yield structure in years differ by meteorological conditions. Agricultural Science Euro-North-East. 6. 9–15.
11. Kozlov, V.E. (2015). Agricultural and breeding prerequisites for successful introduction of Mironovka winter wheat varieties in the USSR as the base for introducing new varieties resistant to Siberian winter. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 17(3). 541–557.
12. Nekrasova, O., Kravchenko, N., Marchenko, D., & Nekrasov, E. (2021), Estimation of grain productivity and biochemical indicators of the winter bread wheat varieties depending on the forecrop. In E3S Web of Conferences. 273. 01027.
13. Bazalii, V.V., & Boichuk, I.V. (2012). Transhresyvna minlyvist hibrydiv pshenytsi miakoi ozymoi i yii vykorystannia v selektsii [Transgressive variability of soft winter wheat hybrids and its use in breeding]. Taurian Scientific Bulletin.78. 3–8. [in Ukrainian].
14. Lozinska, T. (2019). Uspadkuvannia ta transhresyvna minlyvist masy zerna kolosa u $F_1$ i $F_2$ pshenytsi yaroi [Inheritance and transgressive variability of ear grain mass in $F_1$ and $F_2$ of spring wheat]. ΛΌΓΟΣ. the art of scientific thought. 4. 129–131. [in Ukrainian].
15. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., & Lozinskyi, M.V. (2014). Zernova produktyvnist linii pshenytsi miakoi ozymoi otrymanykh vid skhreshchuvannia batkivskykh form riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Grain productivity of soft winter wheat lines obtained from crossbreeding of parental forms of different ecological and geographical origin].

Agrobiology: a collection of scientific papers. 1(109). 11–16. [in Ukrainian].
16. Burdeniuk-Tarasevych, L.A., & Lozinskyi, M.V. (2013). Formuvannia dovzhyny holovnoho kolosa v linii pshenytsi ozymoi riznoho ekoloho-heohrafichnoho pokhodzhennia [Formation of the length of the main ear in the line of winter wheat of different ecological and geographical origin]. Agrobiology: a collection of scientific papers. 11(104). 30–34. [in Ukrainian].
17. Dubovyk, N.S., Humeniuk, O.V., & Kyrylenko, V.V. (2017). Dovzhyna holovnoho kolosa u hibrydiv $F_1$ Triticum aestivum L., stvorenykh za uchasti nosiiv pshenychno-zhytnikh translokatsii [The length of the main ear in hybrids of $F_1$ *Triticum aestivum* L., created with the participation of carriers of wheat-rye translocations]. Myronivskyi Herald. 5. 56–69. [in Ukrainian].
18. Pankova, O.V., Puzik, V.K., & Lysychenko, M.L. (2021). Vplyv elektromahnitnoho vyprominiuvannia na rosliny [Influence of electromagnetic radiation on plants]. Kharkiv: Planeta-Print LLC. 159. [in Ukrainian].
19. Khomenko, S.O., Solona, V.Y., & Zvarun, T.V. (2011). Osoblyvosti selektsii pshenytsi yaroi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Peculiarities of spring wheat selection in the conditions of the Forest-Steppe of Ukraine]. Breeding and seed production. 100. 181–191. [in Ukrainian].
20. Prasad, K.D., Haque, M.F., & Ganguli, D.K. (1998). Heterosis studies for yield and its components in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). Indian J. Genet. 1. 97–100.
21. Horbachova, S.M. [2011]. Rezultaty i metody selektsii zi stvorennia novykh konkurentospromozhnykh sortiv prosa [Results and methods of selection to create new competitive varieties of millet]. Breeding and seed production. 99. 108–114. [in Ukrainian].
22. Orliuk, A.P. (2012). Henetyka pshenytsi z onovamy selektsii [Genetics of wheat with new selection]. Kherson. Iyland. 436. [in Ukrainian].
23. Larchenko, K.A., & Morhun, B.V. (2010). Oznaky yakosti zerna pshenytsi ta metody yikh polipshennia [Signs of wheat grain quality and methods of their improvement]. Physiology and biochemistry of cultivated plants. 42. 6. 463–474. [in Ukrainian].
24. Vasylkivskyi, S.P., & Ivko, Yu.O. (2013). Efekt heterozysu ta stupin fenotypovoho dominuvannia u hibrydiv $F_1$ ripaku ozymoho [The effect of heterosis and the degree of phenotypic dominance in $F_1$ hybrids of winter rape]. Agrobiology: a collection of scientific papers. 10.(100). 5–10. [in Ukrainian].
25. Lihochvor, V.V. (2008). Produktivnost i struktura urojaya ozimoy pshenitsyi [Productivity and structure of winter wheat harvest]. Grain. 7. 24–28. [in Russian].
26. Lozinska, T.P. (2013). Formuvannia elementiv produktyvnosti novykh sortiv pshenytsi miakoi yaroi v umovakh Lisostepu Ukrainy [Formation of elements of productivity of new varieties of soft spring wheat in the conditions of the Forest-steppe of Ukraine]. Agrobiology: a collection of scientific papers. 10(100). 22–25. [in Ukrainian].
27. Volkodav, V.V. (2003). Metodyka derzhavnoho vyprobuvannia sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Okhorona prav na sorty roslyn [Methods of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. Protection of plant variety rights]. Kyiv: Alefa. [in Ukrainian].
28. Dospehov, B.A. (1985). Metodika polevogo opyita [Field experiment technique]. Moscow: Agropromizdat. [in Russian].
29. Matzinger, D.F., Mannand, T.J., & Cockerham, C.C. (1962). Diallel cross in Nicotiana tabacum. Crop Science. 2. 238–286.
30. Fonseca, S., & Patterson, F.L. (1968). Hybrid vigor in a seven parent diallel cross in common winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Science. 1. 85–88.
31. Griffing, B. (1950). Analysis of quantitative gene-action by constant parent regression and related techniques. Genetics. 35. 303–321.
32. Beil, G.M., & Atkins R.E. (1965). Inheritance of quantitative characters in grain sorghum. Iowa State Journal. 39. 3.
33. Ripberger, E.I., & Bome, N.A. (2014). Izuchenie kombinatsionnoy sposobnosti myagkoy yarovoy pshenitsyi (*Triticum aestivum* L.) v sisteme dialelnyih skreschivaniy [Study of the combining ability of spring soft wheat ((Triticum aestivum L.) in the system of dialle crosses]. Sworld. [Electronic resource]. [in Russian].

**Лозінський М.В., Устинова Г.Л., Оображій С.В., Діхтяренко В.М. Особливості успадкування маси зерна з головного колосу за гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої**

**Мета** дослідження – встановлення особливостей успадкування маси зерна головного колосу у гібридів першого покоління, отриманих унаслідок гібридизації різних за скоростиглістю сортів пшениці м'якої озимої.

**Методи.** В умовах дослідного поля науково-виробничого центру Білоцерківського НАУ у 2018–2020 рр. досліджували 45 комбінацій, отриманих від схрещування ранньостиглих сортів Мир. рання, Кольчуга, Б.Ц. н/к.; середньоранніх – Золот., Чорнява, Щед. н.; середньостиглих – Стол., Відрада, Мир. 61, Антон., Єдність; середньопізніх – Добірна, Пивна і Вдала. Насіння $F_1$ і батьківських форм висівали за схемою ♀–$F_1$–♂. Біометричний аналіз досліджуваного матеріалу здійснювали за середнім зразком 25 рослин у триразовій повторності.

Статистичну обробку отриманих біометричних даних здійснювали за методикою Б. А. Доспєхова (1985). Гіпотетичний та істинний гетерозис за масою зерна головного колосу в $F_1$ визначали за Matzinger D. F. (1962), S. Fonseca, F. Patterson (1968). Ступінь фенотипового домінування визначали за B. Griffing (1950), а отримані результати класифікували за G. M. Beil, R. E. Atkins (1965).

**Результати.** Упродовж трьох років позитивний гіпотетичний гетерозис визначено у 27, а істинний – у 18 з 45 комбінацій схрещування. Стабільно високим гіпотетичним та істинним гетерозисом характеризувалися такі гібридні комбінації, як Вдала / Пивна; Єдність / Відрада; Золот. / Відрада; Золот. / Стол.; Вдала / Стол.; Золот. / Щед. н.; Б.Ц. н/к. / Відрада. За винятком Золот. / Щед. н. і Б.Ц. н/к. / Відрада всі інші гібриди за показником маси зерна головного колосу перевищували середній за дослідом показник.

**Висновки**. Дослідженням установлено, що маса зерна головного колосу пшениці м'якої озимої є генетично обумовленою ознакою, яка піддається впливу умов середовища і реалізується під час взаємодії «генотип-умови року».

Виявлено значний вплив батьківських компонентів гібридизації та умов року на формування маси зерна головного колосу, показники гетерозису і ступінь фенотипового домінування у гібридів першого покоління.

Найпоширенішим типом успадкування маси зерна головного колосу в $F_1$ пшениці м'якої озимої є позитивне наддомінування (визначено у 82,5% гібридів).

Виділено комбінації Вдала / Пивна, Золот. / Стол., Кольчуга / Стол., Вдала / Стол., Золот. / Відрада, Єдність / Відрада, Антон. / Стол., Мир. рання / Єдність із позитивним наддомінуванням, котрі у середньому за період 2018-2020 роки формували високу продуктивність колосу – 2,66–3,11 г.

**Ключові слова:** комбінації схрещування, гібриди, батьківські форми, ступінь фенотипового домінування, гіпотетичний та істинний гетерозис.

**Lozinskyi M.V., Ustynova H.L., Obrazhii S.V., Dikhtiarenko V.M. Features of inheritance of grain mass from the main ear and hybridization of different precocious varieties of soft winter wheat**

**The aim of the research –** establishing the features of inheritance of grain mass from the main ear in first-generation hybrids, collected from hybridization of different precocious varieties of soft winter wheat.

**Methods.** In the experimental field of the research and production center of Bila Tserkva NAU in 2018 – 2020, 45 combinations that were obtained from crossing early-maturing varieties were studied: Myr. early, Kolchuga, B. TS. n/k.; middle-early: Zolot., Chornyava, Shched. n.; medium-ripe: Stol., Vidrada, Myr. 61, Anton., Yednist; middle-late: Dobirna, Pyvna and Vdala. Seeds $F_1$ and parental forms were sown according to the scheme ♀–$F_1$–♂. Biometric analysis of the test material was performed on an average sample of 25 plants in triplicate.

Statistical processing of the obtained biometric data was carried out according to the method of B.A. Dospekhov (1985). Hypothetical and true heterosis by grain weight from the main ear in $F_1$ was determined by за Matzinger D. F. (1962), S. Fonseca, F. Patterson (1968). The degree of phenotypic dominance was determined by B. Griffing (1950), and the obtained data were classified by G. M. Beil, R. E. Atkins (1965).

**Results.** During three years positive hypothetical heterosis defined in 27, and true in 18 from 45 crossbreeding combinations. Consistently high hypothetical and true heterosis were characterized: Vdala / Pyvna; Yednist / Vidrada; Zolot. / Vidrada; Zolot. / Stol.; Vdala / Stol.; Zolot. / Shched. n.; B.TS. n/k. / Vidrada. Exept Zolot. / Shched. n. and B.TS. n/k./ Vidrada, all other hybrids exceeded the average of research indicator of grain weight from the main ear.

**Conclusions.** The research found that the mass of grain from the main ear of soft winter wheats is a genetically determined trait that is affected by year conditions and is realized by the interaction of "genotype-conditions of the year".

The significant influence of parental components of hybridization and conditions of the year on the formation of grain mass of the main ear, indicators of heterosis and the degree of phenotypic dominance in first-generation hybrids was revealed**.**

The most common type of inheritance of grain weight from the main ear in $F_1$ soft winter wheat has a positive over-dominance, which is determined in 82.5% of hybrids.

Selected combinations: Vdala / Pyvna, Zolot. / Stol., Kolchuga / Stol., Vdala / Stol., Zolot. / Vidrada, Yednist / Vidrada, Anton. / Stol., Myr. early / Yednist with positive over-dominance in which on average in 2018-2020 formed a high productivity of the ear – 2.66-3.11 g.

**Key words:** crossbreeding combinations, hybrids, parental forms, degree of phenotypic dominance, hypothetical and true heterosis.

УДК 631.527:633.16(477.7)
DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.11

# СОРТОВИПРОБУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УМОВАХ ПІВДЕННОГО СТЕПУ УКРАЇНИ

**ПАНФІЛОВА А.В.** – доктор сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/0000-0003-0006-4090*
Миколаївський національний аграрний університет
**КОРХОВА М.М.** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
*https://orcid.org/ 0000-0001-6713-5098*
Миколаївський національний аграрний університет

**Постановка проблеми.** Зернове господарство України є стратегічною і найефективнішою галуззю народного господарства. Тому питання раціонального вирощування зернових культур із метою отримання стійких ніш у реалізації виробленої продукції і дослідження розвитку зернового ринку залишаються відкритими [1].

Підвищення урожайності та якості зернових культур, зокрема ячменю озимого, є основою економічної стабільності сільськогосподарських підприємств [2; 3]. Для аграріїв ячмінь був і залишається однією із провідних культур. Він посідає третє місце за площами та валовими зборами зерна після пшениці озимої та кукурудзи. Проте досягнутий рівень його культивування не повною мірою задовольняє потреби народного господарства у високоякісному продовольчому, фуражному та пивоварному зерні [4; 5].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За останні десятиліття урожайність зернових культур у світовому масштабі значно зросла. Це відбулось, у першу чергу, за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу; підвищення потенціалу продуктивності генотипів, адаптивності до мінливості агроекологічних чинників, толерантності до стресових факторів біотичного та абіотичного походження [6; 7]. Заміна старих сортів новими, більш продуктивними, конкурентоспроможними, із широкою агроекологічною пластичністю і підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих умов середовища, краще пристосованими до ґрунтово-кліматичних умов певної місцевості і підвищеного рівня агротехніки є одним із найраціональніших та економічних засобів підвищення врожайності зерна озимих зернових культур із високими показниками їхньої якості [8, 9]. Отримання порівняльної оцінки нових сортів і відбору перспективних із них для подальшого вивчення і впровадження у виробництво неможливе без екологічного сортовипробування [10].

Ячмінь озимий поширений у регіонах із теплими зимами, має чимало переваг перед ячменем ярим і посідає четверте місце у структурі посівних площ України. Ця культура вирощується у 24-х областях України, зокрема у Миколаївській області [11]. Головною причиною його стрімкого поширення є те, що ячмінь озимий – одна із найбільш врожайних озимих культур. За цим показником він перевищує інші озимі культури на 0,84–1,11 т/га, а в окремі роки – на 1,6–3,3 т/га. Окрім цього, ячмінь озимий більш урожайний, ніж ярий. Він може давати 7,0–8,0 т/га і більше зерна, що приблизно на 1,0–1,5 т/га вище, ніж ячмінь ярий [11; 12].

Останнім часом через несприятливі погодні умови у ранньовесняний період вегетації різко скоротилися площі під посівами ярого ячменю, особливо у регіонах Південного Степу України. Як наслідок, особливу зацікавленість викликає використання озимої форми ячменю, особливо тих сортів, які мають високу "дворучність", тобто можуть використовуватися для сівби як в осінній, так і у весняний періоди [13].

Тому запровадження у виробництво високоадаптованих сортів агроекологічної орієнтації із високим ступенем генетичного захисту врожаю від біотичних та абіотичних факторів середовища нині є дуже важливим.

**Мета дослідження** – вивчення сортового складу і визначення урожайності зерна ячменю озимого залежно від сортових особливостей в умовах Південного Степу України.

**Матеріали та методика досліджень**. Експериментальні дослідження тривали упродовж 2019-2021 рр. в умовах навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету.

Ґрунт дослідних ділянок представлений чорноземом південним, залишково слабкосолонцюватим важкосуглинковим на лесах. Реакція грунтового розчину нейтральна (pH – 6,8 – 7,2). Уміст гумусу у 0-30 см шарі становить 3,1-3,3%. Рухомих форм елементів живлення в орному шарі ґрунту у середньому містилося: нітратів (за Грандваль Ляжу) – 15-25, рухомого фосфору (за Мачигіним) – 41-46, обмінного калію (на променевому фотометрі) – 389- 425 мг/кг ґрунту.

Територія господарства знаходиться у третьому агрокліматичному районі і відноситься до підзони Південного Степу України. Клімат помірно-континентальний, теплий, посушливий, із нестійким сніговим покривом. Погодні умови за гідротермічними показниками в роки проведення дослідження різнилися, що дало змогу отримати об'єктивні результати. Зокрема, за вегетаційний період ячменю озимого 2019–2020 рр. випало 131,2 мм опадів, тоді як за період вегетації 2020-2021 рр. – 554,7 мм, що відобразилося на врожайності зерна культури.

Об'єктом дослідження були сорти ячменю озимого Достойний, Буревій, Снігова королева, Дев'ятий вал, Валькірія, Гордість Пальміри та Скарб Пальміри, оригінатором яких є Селекційно-генетичний інститут –

Національний центр насіннєзнавства і сортовивчення (м. Одеса). За стандарт взято сорт Достойний, який вирощується на значній площі у Південному Степу України.

**Результати досліджень.** До Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік, занесені 10 сортів ячменю озимого селекції Селекційно-генетичного інституту (Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення). На дослідному полі Миколаївського національного аграрного університету у 2019-2021 рр. вирощували 7 сортів ячменю озимого цієї селекції, характеристика яких представлена на табл. 1 і 2.

До Державного реєстру сорт Достойний був занесений у 2006 р., Буревій – у 2013 р., а сорти Снігова королева і Дев'ятий вал – у 2014 р. Слід зазначити, що сорт Валькірія був занесений до реєстру у 2018 р., а сорти Гордість Пальміри і Скарб Пальміри є найновішими, зареєстрованими у 2020 р. Переважна більшість зазначених сортів ячменю озимого придатні для вирощування у зоні Степу, Лісостепу і Полісся, окрім сорту Валькірія – його рекомендовано вирощувати лише у зоні Степу.

Досліджувані нами сорти відносяться до ранньостиглої і середньоранньої груп стиглості, зернового напряму використання, крім сорту Гордість Пальміри (має харчовий напрям використання).

Висока стійкість проти вилягання (7,9-8,8 балів) та осипання (8,0-8,9 балів) є одним із найважливіших факторів, які визначають якість зерна ячменю як товарної сировини. У разі вилягання посіви ячменю піддаються ураженню збудниками основних хвороб, зерно з таких посівів втрачає свою якість.

Останніми роками у зоні Степу почастішали посухи, тому дуже актуальним є створення сортів, стійких до цього явища. Досліджувані нами сорти ячменю озимого мають високу посухостійкість – на рівні 7,0-8,6 балів.

Велика перевага ячменю озимого поєднується зі значним недоліком – низькою морозо- та зимостійкістю,

Таблиця 1

**Сорти селекції Селекційно-генетичного інституту (Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення), занесені до Державного реєстру**

| Сорт | Рік занесення до Реєстру | Зона вирощування | Напрям використання | Група стиглості | Тип розвитку |
|---|---|---|---|---|---|
| Достойний | 2006 | Степ, Лісостеп | зерновий | ранньостиглий | дворучка |
| Буревій | 2013 | Степ, Лісостеп, Полісся | зерновий | середньоранній | типово озимий |
| Снігова королева | 2014 | Степ, Лісостеп | зерновий | середньоранній | дворучка |
| Дев'ятий вал | 2014 | Степ, Лісостеп, Полісся | зерновий | ранньостиглий | дворучка |
| Валькірія | 2018 | Степ | зерновий | середньоранній | дворучка |
| Гордість Пальміри | 2020 | Степ, Лісостеп, Полісся | харчовий | ранньостиглий | дворучка |
| Скарб Пальміри | 2020 | Степ, Лісостеп, Полісся | зерновий | середньоранній | дворучка |

Таблиця 2

**Господарська характеристика сортів ячменю озимого селекції Селекційно-генетичного інституту (Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення)**

| Сорт | Середня урожайність за роки сортовипробування у зоні Степу України, т/га | Група за висотою | Вегетаційний період, діб | Зимостійкість (бал) | Посухостійкість (бал) | Осипання (бал) | Вилягання (бал) | Масова частка білку, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Достойний | 6,01 | середньорослий | 249 | висока (7,0) | висока (7,0) | висока (8,0) | висока (8,0) | 11,7 |
| Буревій | 4,39 | середньорослий | 255 | вище середнього (6,3) | висока (7,9) | висока (8,9) | висока (8,6) | 12,9 |
| Снігова королева | 5,38 | низькорослий | 252 | висока (7,0) | висока (7,5) | висока (8,8) | висока (8,2) | 12,0 |
| Дев'ятий вал | 5,34 | середньорослий | 249 | вище середнього (6,9) | висока (7,9) | висока (8,6) | висока (7,9) | 12,5 |
| Валькірія | 5,72 | низькорослий | 249 | висока (8,6) | висока (8,6) | висока (8,8) | висока (8,8) | 11,7 |
| Гордість Пальміри | 2,95 | середньорослий | 251 | висока (8,0) | висока (7,0) | висока (8,0) | висока (8,0) | 15,2 |
| Скарб Пальміри | 3,72 | середньорослий | 252 | висока (8,0) | висока (8,0) | висока (8,0) | висока (8,0) | 13,5 |

яка несе потенційні ризики пошкодження рослин, стримує розширення площ цієї культури [14]. Досліджувані нами сорти мають високу (Достойний, Снігова королева, Валькірія, Гордість Пальміри, Скарб Пальміри) та вище середньої (Буревій, Дев'ятий вал) зимостійкість.

В умовах дослідного поля Миколаївського НАУ у середньому за роки дослідження висота рослин ячменю озимого у фазі повної стиглості зерна залежно від досліджуваного сорту варіювала від 82,5 до 106,6 см. Водночас найвищими були рослини сорту Валькірія (99,8 см) і Скарб Пальміри (106,6 см) (рис. 1).

Досліджувані сорти ячменю озимого мають дуже добрі показники за господарськими ознаками. Середня урожайність за роки сортовипробування була досить високою і досягала 5,34-6,01 т/га залежно від сорту. Винятком стали сорти Буревій (4,39 т/га), Гордість Пальміри (2,95 т/га) і Скарб Пальміри (3,72 т/га).

Урожайність у виробництві реалізується по-різному. Більшість досліджуваних нами сортів демонстрували високу реалізацію генетичного потенціалу продуктивності. Зокрема, в умовах дослідного поля Миколаївського НАУ у середньому за роки дослідження отримано 4,86 т/га зерна ячменю озимого сорту Буревій, 5,48 т/га – сорту Дев'ятий вал, 5,45 та 5,66 т/га – відповідно сортів Гордість Пальміри і Скарб Пальміри, що перевищило показники урожайності зерна у державному сортовипробуванні відповідно на 9,7; 2,6; 45,8 та 34,3% (табл. 3).

Потенційна урожайність зерна ячменю озимого сортів Достойний, Снігова королева та Валькірія в умовах дослідного поля реалізувалася неповністю. Зокрема, у середньому за період 2020-2021 роки одержано на 7,8–20,8% меншу урожайність зерна зазначених сортів ячменю озимого, ніж за даними сортовипробування.

Усі досліджувані нами сорти ячменю озимого в умовах 2021 року сформували вищу урожайність зерна, ніж у 2020 році, який був менш сприятливим за погодними умовами (залежно від сорту на 2,50–3,54 т/га або 49,0–58,4%). Слід зазначити, що у сприятливих умовах 2021 року нові зареєстровані сорти ячменю озимого Гордість Пальміри і Скарб Пальміри сформували урожайність зерна на рівні 7,22 і 7,30 т/га, що на 1,21-1,29 т/га відповідно перевищило стандарт – сорт Достойний.

**Висновки**. Досліджувані сорти ячменю озимого селекції Селекційно-генетичного інституту (Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення) відповідають вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва і відзначаються високою адаптивністю. Більш продуктивними серед досліджуваних

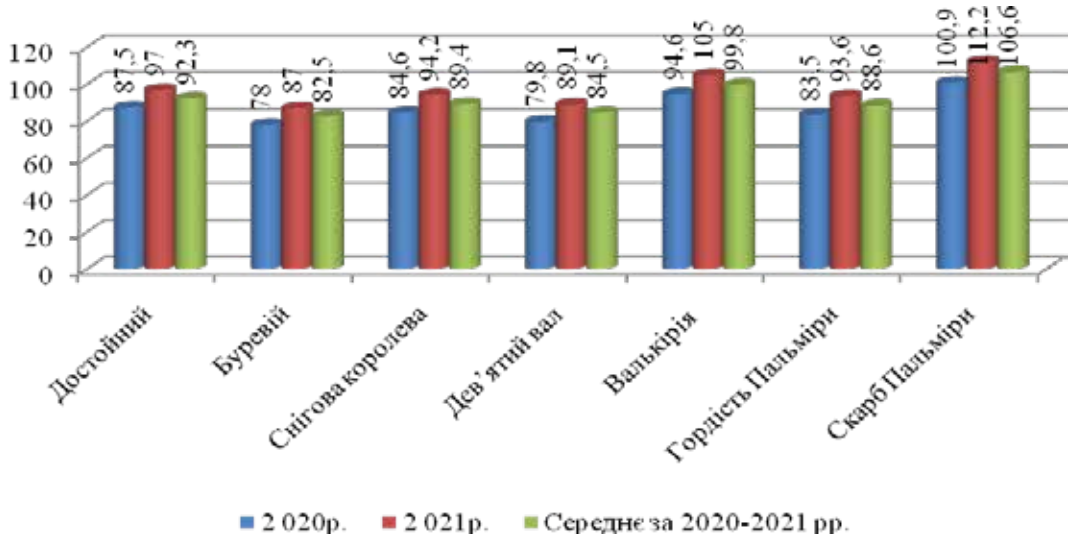



***Рис. 1. Висота рослин ячменю озимого у фазі повної стиглості зерна в умовах дослідного поля Миколаївського національного аграрного університету, см***

Таблиця 3

**Урожайність сортів ячменю озимого в умовах дослідного поля Миколаївського національного аграрного університету, т/га**

| Сорт | Рік | | Середнє за 2020-2021 рр. |
|---|---|---|---|
| | 2020 | 2021 | |
| Достойний | 3,51 | 6,01 | 4,76 |
| Буревій | 3,50 | 6,21 | 4,86 |
| Снігова королева | 3,69 | 6,23 | 4,96 |
| Дев'ятий вал | 3,89 | 7,07 | 5,48 |
| Валькірія | 3,71 | 6,43 | 5,07 |
| Гордість Пальміри | 3,68 | 7,22 | 5,45 |
| Скарб Пальміри | 4,02 | 7,30 | 5,66 |

сортів в умовах Південного Степу України у середньому за роки дослідження є Гордість Пальміри (5,45 т/га), Дев'ятий вал (5,48 т/га) та Скарб Пальміри (5,66 т/га). Але у роки із посушливими умовами (2020 р.) стабільні врожаї ячменю озимого можна отримати, висіваючи сорти Достойний, Снігова королева, Валькірія, які порівняно зі сприятливим стосовно вологозабезпечення 2021 роком менше знижували врожайність.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:**


1. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Вплив біопрепаратів на формування врожайності сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції* : матеріали міжнар. наук.-прак. форуму, м. Мелітополь, 21–22 червня 2019 р. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2019. С. 115–117.
2. Нагірний В. В. Вивчення продуктивності сортів ячменю озимого залежно від агротехнічних прийомів вирощування. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції* : матеріали Міжнар. наук.-прак. форуму, м. Мелітополь, 21–22 червня 2019 р. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2019. С. 129–131.
3. Lillywhite R., Wiltshire J., Webb J., Menadue H. The response of winter barley (Hordeum vulgare) and forage maize (Zea mays) crops to polyhalite, a multi-nutrient fertilizer. *The Journal of Agricultural Science*. 2020. Vol.158(4). P. 269-278. doi:10.1017/S002185962000060X
4. Creissen H. E., Jorgensen T. H., Brown J. K. M. Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes. *Crop Protection*. 2016. No 85. P. 1-8.
5. Bakinowska E., Tratwal A., Nowosad K., Bocianowski J. A mildew infection resistance study of winter barley varieties and their mixtures by the logistic model. *Journal of Plant Protection Research*. 2020. Vol. 60 (2). P. 207-214.
6. Лавриненко Ю. О., Базалій Г. Г., Усик Л. О., Жупина А. Ю. Адаптивна здатність сортів пшениці озимої в умовах Південного Степу України. *Аграрні інновації*. 2020. № 1. С. 97-102. https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.16
7. Демидов О. А., Гудзенко В. М., Правдзіва І. В. Диференціювання та виокремлення сортів пшениці м'якої озимої за комплексом показників хлібопекарської якості. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. № 17(3). С. 226-239. https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242959
8. Кривенко А. І., Почколіна С. В. Реалізація генетичного потенційного рівня урожайності різних сортів пшениці і ячменю озимих залежно від строків сівби в умовах Причорноморського Степу України. *Аграрний вісник Причорномор'я*. 2019. Вип. 92. С. 44-52.
9. Гудзенко В. М., Поліщук Т. П., Бабій О. О., Лисенко А. А., Юрченко Т. В. Комплексне оцінювання селекційних ліній ячменю ярого за врожайністю, стабільністю та стійкістю до біо- та абіотичних чинників в умовах центральної частини Лісостепу України. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2021. № 17(1). С. 30-42. https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228206
10. Цапік Т. Ф., Усова Н. М., Дудаєв Г. Ф. Оцінка продуктивності сучасних сортів ячменю озимого в умовах Південного Степу України. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку* : матеріали III Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 7 червня 2017 р. Вінниця : Нілан-ЛТД, 2017. С. 136-139.
11. Мойсієнко В.В., Подольський О.М. Продуктивність ячменю озимого сорту Хайлайт залежно від елементів технології вирощування. *Наукові горизонти. «Scientific Horizons»*. 2019. № 10 (83). С. 13-19. doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19.
12. Репин К. Ячмень – сколько сеем, сколько собираем, какова перспектива. *Зерно.* 2015. № 1(106). С. 110-115.
13. Білоусова З. В. Вплив азотних підживлень на продуктивність рослин ячменю озимого. *Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції* : матеріали міжнар. наук.-прак. форуму, м. Мелітополь, 21–22 червня 2019 р. Мелітополь : ФОП Однорог Т. В., 2019. С. 31–33.
14. Федорчук М. І., Нагірний В. В. Зимостійкість сортів озимого ячменю за лабільних параметрів клімату на півдні України. *Таврійський науковий вісник.* 2018. № 104. С. 108-115.


**REFERENCES:**


1. Gamayunova, V.V., & Kuvshynova, A.O. (2019). Vplyv biopreparativ na formuvannya vrozhajnosti sortiv yachmenyu ozymogo v umovax Pivdennogo Stepu Ukrayiny [Influence of biological products on the formation of winter barley varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Suchasni naukovi doslidzhennya na shlyahu do yevrointegraciyi: materialy mizhnar. nauk.-prak. forumu, m. Melitopol, 21–22 chervnya 2019 r. – Modern scientific research on the way to European integration: materials intern. scientific-practical Forum, Melitopol, June 21-22, 2019, 115–117* [in Ukrainian].
2. Nagirnyj, V.V. (2019). Vyvchennya produktyvnosti sortiv yachmenyu ozymogo zalezhno vid agrotexnichnyh pryjomiv vyroshhuvannya [Study of productivity of winter barley varieties depending on agrotechnical methods of cultivation]. *Suchasni naukovi doslidzhennya na shlyahu do yevrointegraciyi: materialy mizhnar. nauk.-prak. forumu, m. Melitopol, 21–22 chervnya 2019 r. – Modern scientific research on the way to European integration: materials intern. scientific-practical Forum, Melitopol, June 21-22, 2019, 129–131* [in Ukrainian].
3. Lillywhite, R., Wiltshire, J., Webb, J., & Menadue, H. (2020). The response of winter barley (*Hordeum vulgare*) and forage maize (Zea mays) crops to polyhalite, a multi-nutrient fertilizer. *The Journal of Agricultural Science, 158(4), 269-278*. doi:10.1017/S002185962000060X [in English].
4. Creissen, H.E., Jorgensen, T.H., & Brown, J.K.M. (2016). Increased yield stability of field-grown winter barley (*Hordeum vulgare* L.) varietal mixtures through ecological processes. *Crop Protection, 85, 1-8* [in English].
5. Bakinowska, E., Tratwal, A., Nowosad, K., & Bocianowski, J. (2020). A mildew infection resistance study of winter barley varieties and their mixtures by the logistic model. *Journal of Plant Protection Research, 60 (2), 207-214* [in English].
6. Lavrynenko, Y.O., Bazalii, G.G., Usyk, L.O., & Zhupyna, A.Yu. (2020). Adaptyvna zdatnist sortiv pshenyci ozymoyi v umovax Pivdennogo Stepu Ukrayiny [Adaptive ability of winter wheat varieties in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Agrarni*

*innovaciyi – Agrarian innovations, 1, 97–102.* https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2020.1.16 [in Ukrainian].
7. Demydov, O.A., Gudzenko, V.M., & Pravdziva, I.V. (2021). Dyferenciyuvannya ta vyokremlennya sortiv pshenyci m'yakoyi ozymoyi za kompleksom pokaznykiv hlibopekarskoyi yakosti [Differentiation and identification of winter bread wheat verieties according to a complex of baking quality indicators]. *Plant Varieties Studying and Protection, 17(3), 226–239.* https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.3.2021.242959 [in Ukrainian].
8. Kryvenko, A.I., & Pochkolina, S.V. (2019). Realizaciya genetychnogo potencijnogo rivnya urozhajnosti riznyh sortiv pshenyci i yachmenyu ozymyh zalezhno vid strokiv sivby v umovax Prychornomorskogo Stepu Ukrayiny [Realization of genetic potential level of productivity of different grades of winter wheat and barley depending on terms of sowing in the conditions of the Black Sea Steppe of Ukraine]. *Agrarnyj visnyk Prychornomorya – Agrarian Bulletin of the Black Sea Littoral, 92, 44–52* [in Ukrainian].
9. Gudzenko, V.M., Polishhuk, T.P., Babij, O.O., Lysenko, A.A., & Yurchenko, T.V. (2021). Kompleksne ocinyuvannya selekcijnyh linij yachmenyu yarogo za vrozhajnistyu, stabilnistyu ta stijkistyu do bio- ta abiotychnyh chynnykiv v umovah centralnoyi chastyny Lisostepu Ukrayiny [Comprehensive evaluation of spring barley breeding lines in yield, stability and tolerance to biotic and abiotic factors under condition of the central part of the Ukrainian Forest-Steppe]. *Plant Varieties Studying and Protection, 17(1), 30–42* https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228206 [in Ukrainian].
10. Czapik, T.F., Usova, N.M., & Dudayev, G.F. (2017). Ocinka produktyvnosti suchasnyh sortiv yachmenyu ozymogo v umovah Pivdennogo Stepu Ukrayiny [Estimation of productivity of modern varieties of winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine]. *Svitovi roslynni resursy: stan ta perspektyvy rozvytku: materialy III Mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kyiv, 7 chervnya 2017 r. – World plant resources: state and prospects of development: materials III International. scientific-practical conf., Kyiv, June 7, 2017, 136 –139* [in Ukrainian].
11. Mojsiyenko, V.V., & Podolskyj, O.M. (2019). Produktyvnist yachmenyu ozymogo sortu Hajlajt zalezhno vid elementiv tehnologiyi vyroshhuvannya [Productivity of Highlight winter barley depending on the elements of cultivation technology]. *Naukovi goryzonty – Scientific Horizons, 10(83), 13–19* doi: 10.33249/2663-2144-2019-83-10-13-19 [in Ukrainian].
12. Repyn, K. (2015). Yachmen – skolko seem, skolko sobyraem, kakova perspektyva [Barley – how much we sow, how much we harvest, what is the prospect]. *Zerno – Grain, 1(106), 110–115* [in Russian].
13. Bilousova, Z.V. (2019). Vplyv azotnyh pidzhyvlen na produktyvnist roslyn yachmenyu ozymogo [Infusion of nitrogen growth on the productivity of roslin to winter barley]. *Suchasni naukovi doslidzhennya na shlyahu do yevrointegraciyi: materialy mizhnar. nauk.-prak. forumu, m. Melitopol, 21–22 chervnya 2019 r. – Modern scientific research on the way to European integration: materials intern. scientific-practical Forum, Melitopol, June 21-22, 2019, 31-33* [in Ukrainian].
14. Fedorchuk, M.I., & Nagirnyj, V.V. (2018). Zymostijkist sortiv ozymogo yachmenyu za labilnyh parametriv klimatu na pivdni Ukrayiny [Winter hardiness of winter barley varieties under labile climate parameters in the south of Ukraine]. *Tavrijskyj naukovyj visnyk – Taurian Scientific Bulletin, 104, 108–115* [in Ukrainian].

**Панфілова А. В., Корхова М. М. Сортовипробування ячменю озимого в умовах Південного Степу України**

За останні десятиліття урожайність зернових культур, зокрема ячменю озимого, у світовому масштабі значно зросла. Це відбулось, у першу чергу, за рахунок селекційно-генетичного поліпшення сортового складу. Заміна старих сортів новими, більш продуктивними, конкурентоспроможними, із широкою агроекологічною пластичністю і підвищеними адаптивними властивостями до несприятливих умов середовища є одним із найраціональніших засобів підвищення врожайності зерна озимих зернових культур. **Мета дослідження** – вивчення сортового складу і визначення урожайності зерна ячменю озимого залежно від сортових особливостей в умовах Південного Степу України. **Методи**. Експериментальні дослідження проводили упродовж 2019-2021 рр. в умовах навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету, використовуючи польовий і порівняльний методи досліджень. **Результати**. Досліджувані сорти ячменю озимого мають дуже добрі показники за господарськими ознаками. Середня урожайність за роки сортовипробування була досить високою і досягала 5,34-6,01 т/га залежно від сорту. Винятком стали сорти Буревій (4,39 т/га), Гордість Пальміри (2,95 т/га) і Скарб Пальміри (3,72 т/га). В умовах дослідного поля Миколаївського НАУ у середньому за роки дослідження отримано 4,86 т/га зерна ячменю озимого сорту Буревій, 5,48 т/га – сорту Дев'ятий вал, 5,45 та 5,66 т/га – відповідно сортів Гордість Пальміри і Скарб Пальміри, що перевищило показники урожайності зерна у державному сортовипробуванні відповідно на 9,7; 2,6; 45,8 та 34,3%. **Висновки**. Досліджувані сорти ячменю озимого селекції Селекційно-генетичного інституту (Національного центру насіннєзнавства і сортовивчення) відповідають вимогам сучасного сільськогосподарського виробництва і відзначаються високою адаптивністю. Більш продуктивними серед досліджуваних сортів в умовах Південного Степу України у середньому за роки дослідження є Гордість Пальміри, Дев'ятий вал і Скарб Пальміри.

**Ключові слова:** сорт, сортовивчення, урожайність, ячмінь озимий.

**Panfilova A., Korkhova M. Variety testing of winter barley in the conditions of the Southern Steppe of Ukraine**

In recent decades, the yield of grain crops, including winter barley, increased significantly on a global scale. This was primarily due to the selection and genetic improvement of the varietal composition. Replacing old varieties with new, more productive, competitive ones with broad agroecological plasticity and increased adaptive properties to adverse environmental conditions is one of the most rational ways to increase the grain yield of winter grain crops. The aim of the study is to study the varietal composition and determine the yield of winter

barley grain depending on varietal characteristics in the conditions of the Southern steppe of Ukraine. **Methods.** Experimental studies were conducted during 2019-2021 yrs in the conditions of the Educational, Scientific and Practical Center of the Mykolaiv National Agrarian University. It were used field and comparative research methods. **Results.** The studied varieties of winter barley have very good indicators for economic characteristics. The average yield over the years of variety testing was quite high and it reached 5.34 – 6.01 t/ha, depending on the variety. The exceptions were the varieties Bureviy (4.39 t/ha), Gordist' Palmyry (2.95 t/ha) and Skarb Palmyry (3.72 t/ha). In the conditions of the experimental field of the Mykolaiv NAU, on average, over the years of research, 4.86 t/ha of winter barley grain of the Bureviy variety, 5.48 t/ha of the Devyaty Val variety, 5.45 and 5.66 t/ha of the Gordist' Palmyry and Skarb Palmyry varieties were obtained, which exceeded the grain yield indicators in the state variety test by 9.7; 2.6; 45.8 and 34.3%, resepectively. **Conclusions.** The studied varieties of winter barley of selection by the Selectioning and Genetic Institute – the National Center for Seed Science and Variety Research meet the requirements of modern agricultural production and they are characterized by high adaptability. More productive among the studied varieties in the conditions of the Southern steppe of Ukraine, on average over the years of research, are the Gordist' Palmyry, the Devyaty Val and the Skarb Palmyry varieties.

**Key words:** variety, variety study, yield, winter barley.

# РЕЦЕНЗІЯ

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.12

## ФУНДАМЕНТАЛЬНИЙ ВНЕСОК У ТЕОРІЮ І ПРАКТИКУ ОПТИМІЗАЦІЇ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛУЧНИХ ЕКОЛОГО-БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ В УКРАЇНІ

Монографія присвячена лукам України як своєрідному екологічному типу трав'янистих біогеоценозів, які разом з іншими типами трав'янистих еколого-біологічних систем – саванами, степами, болотами, плавневими заростями – на Земній кулі займають понад 3,4 млрд га, що в 2,3 раза більше площі орних земель і лише на 2,9% менше площі лісів. Трав'янисті біогеоценози, як і лісові та інші еколого-біологічні системи, займають собою в біосферному просторі шар найбільшого зосередження життя, а отже, й могутнього системо-регулюючого чинника трансформації та стабілізації всіх складових частин біосфери – атмосфери, літосфери, педосфери, гідросфери й навколишнього середовища загалом, створюють незамінні первинні матеріально-енергетичні ресурси для безперервного відтворення й нормального функціонування життя на планеті як унікального глобального явища, включаючи й людей.

У монографії А. В. Боговіна й М. М. Пташника з позиції сучасних екосистемних принципів розкрита природна сутність лучних еколого-біологічних систем як структурно і функціонально складних геліо-геофітоенергогенеруючих формувань. Останні в результаті фотосинтезу автотрофів не тільки щорічно відтворюють величезну кількість біологічних матеріально-енергетичних ресурсів на планеті, а й беруть визначальну системорегулюючу участь у численних малих і великих циклах біогеохімічного кругообігу речовин та енергії і є основою й головним рушійним фактором еволюційних процесів фітоенергетичних систем та біосфери загалом.

У роботі значне місце відведене висвітленню взаємин рослин як найбільш істотної властивості будь-якого фітоценозу, а також розглянуті питання динаміки останніх у процесі їх адаптивного сингенезу залежно від видового складу еколого-біологічних систем і впливу на них агротехніки та загальноекологічних природних факторів різних лукорослинних умов.

Особливо цінною є наведена в книзі еколого-біогеоценотична класифікація типів луків, що розроблена на основі врахування флористико-індивідуалістичних ознак рослинного покриву та екологічних властивостей середовища існування (ґрунтів, розміщення їх у ландшафті) для луків Полісся, а також Лісостепу і Степу України, де всі класифікаційні одиниці чітко виділяються в натурі. Типи луків, як найменша основна таксономічна одиниця класифікації, мають високий рівень екологічного виявлення й добре відображають їх продуктивний потенціал. На відміну від інших фізіономічних (ботанічних) та топологічних класифікацій, типи луків дозволяють чітко диференціювати технологічні заходи щодо їх поверхневого або докорінного поліпшення і надійно прогнозувати економічну ефективність у разі їх застосування. Така класифікація натепер є більш прогресивною й, безсумнівно, може бути використана у разі чергового великомасштабного геоботанічного та культуртехнічного обстеження природних луків України як важливого земельного фонду держави.

У монографії також наведено великий за обсягом і дуже цінний матеріал з теоретико-прикладних проблем поліпшення й ефективного використання лучних угідь. Викладено питання ценотичної активності основних видів злакових і бобових багаторічних трав у сіяних ценозах, їх чутливість до різних видів та рівнів агротехніки, принципи підбору видів трав і травосумішок для створення сіяних лучних угідь різних способів господарського використання з урахуванням зональної неоднорідності території України.

Також детально розглянуто основні закономірності дії на луках мінеральних і частково органічних добрив, їх доз та співвідношень у них елементів мінерального живлення рослин на структурно-функціональні характеристики трав'янистих систем і показники якості рослинної продукції як найважливішого джерела отримання з неї різних видів кормів для тваринницької галузі.

Чільне місце у монографії відведене й розгляду ефективності використання в луківництві бобових видів

[1] Боговин А. В., Пташник М. М. Эколого-биологические и агротехнологические основы повышения продуктивности лугов Украины : монография. Винница : ТВОРЫ, 2020. 504 с.

трав як важливого джерела отримання найбільш дешевого й екологічно безпечного симбіотично фіксованого азоту, підвищення продуктивності луків та вмісту перетравного протеїну в отриманих кормах. Наведено також і можливі рівні компенсації на різних типах луків симбіотично фіксованим азотом азоту мінеральних добрив. Використання такого джерела азоту дозволяє не тільки здешевити на луках виробництво високоякісних кормів, а й істотно поліпшити на них екологічний стан середовища.

Великий обсяг цінної інформації в книзі присвячено розгляду проблеми зрошення лукопасовищних угідь, актуальність якої зросла останніми десятиліттями в зв'язку з глобальною і регіональною зміною клімату, внаслідок чого аридизація території суші суттєво підвищилася. Для різних типів сінокосів і пасовищ наведено господарсько-прийнятні рівні передполивної вологості, зони зволоження ґрунтів та раціональні режими зрошення у разі дощування, які за зменшення витрат поливної води дозволяють стабільно отримувати на культурних пасовищах понад 12,0 т/га кормових одиниць, відповідно на сінокосах – 10,0–15,0 т/га високоякісного сіна. У разі зрошення культурних пасовищ очищеними промислово-побутовими стічними водами оптимізувати на них санітарні умови для випасання великої рогатої худоби.

У результаті сучасної синантропізації навколишнього середовища й небувалого загострення протиріч між біосферою й антропосферою нині відбулися великі зміни в нормальному процесі біогеохімічного кругообігу речовин і енергії та, як наслідок, функціонування великої кількості еколого-біологічних систем планети, в тому числі й землеробського напряму. Для уникнення деградації природних та природно-антропогенних систем і зниження їхніх продуктивних функцій у монографії зроблено наголос на необхідності докорінної зміни поведінки людського суспільства у системі «людина–природа–економіка–соціальне середовище» і насамперед у використанні природних ресурсів, передусім, біологічних. Виникла нагальна необхідність переходу від традиційного виснажуючого унітарно-споживчого до системно-збалансованого використання ресурсів еколого-біологічних систем, за якого їхні складові компоненти – ґрунти, рослини, тварини та інші – розглядаються не тільки як прямі джерела отримання продукції або засоби виробництва та об'єкти докладання праці, а й як системоутворюючі компоненти єдиних і неподільних складних формувань, що функціонують у межах властивого їм того чи іншого біогеохімічного кругообігу речовин та енергії. Структурною повноцінністю й рівнем збалансованості в круговороті прямих і зворотних матеріально-енергетичних потоків визначається самовиробничий потенціал систем, їх продуктивність та біосферна ефективність загалом. Абсолютно правильно в монографії автори відзначають і те, що тільки за такого комплексного підходу можливе фундаментальне пізнання внутрішньої сутності еколого-біологічних систем та ефективне управління ними.

Як побажання авторам монографії – доцільно було б детальніше висвітлити питання застосування в практичній роботі методу оцінки впливу ступеня деградації різних типів луків та інших трав'янистих типів еколого-біологічних систем на основі генетико-фізіологічних реакцій видів, що їх становлять, на рівень агротехніки й порушення систем едафотопів, тобто на основі толерантності видів до антропічного впливу. Це б посприяло більш широкому впровадженню такого вельми ефективного методу, розробленого авторами, в дослідницький процес і практику геоботанічного обстеження різних типів луків та інших біокосних систем. Проте згадане не знижує загальної позитивної оцінки роботи.

Загалом опублікована монографія є фундаментальною науковою працею, що додає вагомий внесок у подальший розвиток теоретико-прикладних основ пізнання, охорони й оптимізації функціонування трав'янистих і насамперед лучних еколого-біологічних систем як структурно і функціонально складних та найбільш активних у біосферному просторі геліо-геофітоенергогенеруючих утворень, які разом з лісовими та багатьма іншими типами біогеоценозів виконують на Земній кулі величезну продуктивну й біосферну роль перетворювача навколишнього середовища.

**С. П. Голобородько, доктор с.-г. наук, професор;**
**О. М. Димов, кандидат с.-г. наук,**
**старший науковий співробітник**
**Інститут зрошуваного землеробства НААН**

# СТОРІНКА ІСТОРІЇ

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.13

## БІОГРАФІЯ
## доктора сільськогосподарських наук, професора
## ГУСЄВА МИКОЛИ ГАВРИЛОВИЧА (1949–2021 рр.)

**Микола Гаврилович Гусєв** – відомий вчений аграрної науки України – народився у 1949 році у с. Чорне В. Бурлуцького району Харківської області.

У 1964 році після закінчення Ольховатської середньої школи працював різноробочим (до 1966 року) у радгоспі «Прогрес» В. Бурлуцького району Харківської області.

У 1966 році він вступив до Харківського сільськогосподарського інституту ім. В.В. Докучаєва на агрономічний факультет, який закінчив у 1971 році й одержав кваліфікацію «Вчений-агроном».

Після закінчення інституту М.Г. Гусєв працював агрономом у колгоспі «Росія» В. Бурлуцького району Харківської області. У період з 1971 по 1972 роки пройшов службу в Збройних силах Радянського Союзу.

Після завершення служби в армії у 1972 році Микола Гаврилович вирішує пов'язати своє життя з аграрною наукою. Він переїжджає до м. Херсона та обіймає посаду молодшого наукового співробітника відділу агротехніки кормових культур Українського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства (нині – Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України), в якому працював майже 40 років.

За результатами польових досліджень з кормовими культурами Микола Гаврилович у 1980 році захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук на тему «Особливості агротехніки озимих ріпака та суріпиці на зелений корм в умовах зрошення на Півдні України» за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво».

З 1981 по 1989 рік працював на посаді старшого наукового співробітника відділу агротехніки кормових культур Інституту зрошуваного землеробства. У 1985 р. одержав вчене звання старшого наукового співробітника за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». З 1989 по 1995 рр. був переведений на посаду провідного наукового співробітника лабораторії польового кормовиробництва Інституту зрошуваного землеробства УААН. З 1995 по 1999 рр. Микола Гаврилович очолював відділ кормовиробництва. З 1999 по 2010 рік він працював на посаді заступника директора з наукової роботи Інституту землеробства південного регіону УААН. Займався науковою та організаційною діяльністю, був науковим керівником і відповідальним виконавцем за багатьма державними науково-технічними програмами, фундаментальними і прикладними дослідженнями.

У квітні 2005 року захистив дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора сільськогосподарських наук на тему «Агробіологічне обґрунтування та розробка технологічних прийомів підвищення продуктивності однорічних агробіоценозів при конвеєрному виробництві кормів в умовах зрошення Степу України» за спеціальністю 06.01.12 «Кормовиробництво і луківництво». У 2008 р. Миколі Гавриловичу було присвоєне вчене звання професора за спеціальністю 06.01.09 «Рослинництво». Незважаючи на значні перевантаження на посаді заступника директора з наукової роботи, ним було підготовлено декілька кандидатів наук і створено наукову школу Інституту зрошуваного землеробства НААН «Агробіологічне обґрунтування та розробка технологічних прийомів підвищення продуктивності агроценозів при конвеєрному виробництві кормів в умовах зрошення Степу України». Він був членом редакційних колегій наукових збірників «Корми і кормовиробництво» та «Зрошуване землеробство».

У період з 2001 по 2010 рік за сумісництвом здійснював педагогічну роботу в Херсонській державній морській академії. Викладав курсантам академії дисципліни біологічного та екологічного спрямування. Починаючи з 2018 року М.Г. Гусєв працював на посаді професора кафедри землеробства, геодезії та землеустрою Миколаївського національного аграрного університету. Викладав дисципліни «Екологія», «Органічне землеробство», «Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва» та ін.

За результатами багаторічної науково-педагогічної та виробничої діяльності Микола Гаврилович теоретично обґрунтував наукові положення зі створення високопродуктивних агроценозів у зрошуваному кормовиробництві Південного Степу України. Ним досліджено та розроблено комплекс технологічних заходів, спрямованих на підвищення продуктивності кормових куль-

тур та їх якості в різних видах проміжних посівів у разі різноманітного їх використання на зрошуваних землях. Теоретично обґрунтовано створення високопродуктивних агрофітоценозів на основі нових і малопоширених кормових культур, покращення їх сортового складу. Науково обґрунтовано й експериментально доведено реальні можливості формування високої продуктивності кормових культур у проміжних посівах на поливних землях. Науково обґрунтована і практично доведена можливість одержання двох-трьох урожаїв кормових культур на рік в інтенсивних ланках зеленого конвеєра у разі ефективного використання природно-кліматичних ресурсів та поливної води. Низка наукових положень М.Г. Гусєва характеризувались принципово новими методологічними підходами до актуальних проблем кормовиробництва на зрошуваних землях, зокрема ним доведена можливість інтродукції в зоні Степу холодостійких капустяних культур для вирощування в післяжнивних та пізньолітніх посівах. На основі аналізу одержаних експериментальних даних розроблені й удосконалені наукові підходи до визначення ефективності застосування технологій вирощування та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за інтенсивного використання зрошуваних земель, що має вагоме науково-теоретичне й практичне значення за умов кліматичних змін.

Особисто й у співавторстві Микола Гаврилович опублікував понад 950 наукових праць з різних теоретичних і практичних напрямів аграрної науки – у галузі кормовиробництва, рослинництва, зрошуваного землеробства, меліорації, органічного землеробства та агроекології. Значна частина публікацій входить до складу монографій, підручників, книг, довідників, методичних рекомендацій, статей, опублікованих в Україні та за кордоном, патентів і авторських свідоцтв.

За багаторічну наукову діяльність, досягнення в науковій сфері, впровадження наукових розробок у виробництво Микола Гаврилович нагороджений дипломами, грамотами державних та громадських організацій, медаллю «Ветеран праці» та Почесною відзнакою Української академії аграрних наук України, багаторазово нагороджувався почесними грамотами Інституту зрошуваного землеробства НААН.

За багаторічну сумлінну працю та видатні результати в галузі польового кормовиробництва, збільшення кількості кормів та підвищення їхньої якості у разі ефективного використання занесений до Книги Пошани ІЗЗ НААН.

Вибирався депутатом Наддніпрянської селищної ради та Херсонської міської ради народних депутатів.

М.Г. Гусєв мав авторитет серед науковців, викладачів, виробничників, аспірантів та студентів. Йому була притаманна надзвичайна серйозність у вирішенні будь-яких питань, починаючи з державних проблем і закінчуючи особистими проблемами колег по роботі, а в дужі рідкі часи відпочинку – добрий гумор і позитивний настрій. Незмінна доброзичливість, комунікабельність, людяність, прагнення отримати результат, вирішити всі наукові й виробничі питання – ці основні якості характеризували Миколу Гавриловича як керівника і як людину. В пам’яті рідних, близьких, друзів, колег він залишиться справжнім чоловіком, науковцем, педагогом, який поєднував величезний кругозір відомого в Україні і світі вченого і практика з життєвим досвідом простої людини з щирою любов’ю до рідної землі та життя!

# ІНТЕРВ'Ю

DOI https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2021.9.14

## ІНТЕРВ'Ю КАНДИДАТІВ С.-Г. НАУК, СТАРШИХ НАУКОВИХ СПІВРОБІТНИКІВ ВІДДІЛУ СЕЛЕКЦІЇ ІНСТИТУТУ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА НААН ОЛЕНИ ТИЩЕНКО ТА АНДРІЯ ТИЩЕНКА

**1. Значення люцерни. Які площі вона займає у світі та в Україні?**

– Для задоволення зростаючого глобального попиту на продовольство необхідно підтримувати і підвищувати рівень продуктивності сільського господарства за одночасного скорочення сільськогосподарських ресурсів, таких як мінеральні добрива. Але сучасне землеробство в основному базується на використанні сортів інтенсивного типу, вирощування яких вимагає великої кількості мінеральних азотних добрив, що призводить до безпрецедентного погіршення глобальної екологічної обстановки: забруднення навколишнього середовища, втрати природної родючості ґрунтів, погіршення їхніх властивостей і зниження якості сільськогосподарської продукції через накопичення в ній шкідливих для організму людини і тварин підвищених концентрацій нітратів, зниження біорізноманіття природних екосистем і погіршення умов життя людини практично всіх регіонів світу. Водночас економічна та екологічна кризи привели до різкого зменшення внесення органічних і мінеральних добрив, зниження площ посівів багаторічних бобових трав, ігнорування сівозмін, що сприяє збільшенню площ деградованих земель. Проте для ефективного їх відновлення перспективним є використання рослин-біомеліорантів, серед яких – бобові культури, в тому числі люцерна, мають пріоритетне значення. Тому що вони є прекрасними, екологічно значущими фітомеліорантами, оскільки посідають переважаюче місце серед ґрунтозахисних культур, що мають розвинену кореневу систему, яка дозволяє зміцнювати структуру ґрунтів, перетворює їх верхні шари на пласт, не схильний до руйнування. Встановлено позитивний вплив люцерни на перебіг гумусотворного процесу, що знаходить відображення в підвищенні вмісту гумусу і його запасів. За три роки люцерна у разі дотримання агротехнічних прийомів залежно від ґрунтової відмінності здатна накопичувати в орному шарі до 17 т/га кореневих залишків, які містять більше 300 кг азоту, 80 кг фосфору і 120 кг калію. Крім того, коренева система сприяє оздоровленню ґрунту, що означає постійну здатність ґрунту функціонувати як жива екосистема, яка підтримує рослини та зменшує ерозію ґрунту і є ключовим фітомеліорантом. Крім того, люцерна має унікальну здатність підвищувати ґрунтову родючість за рахунок накопичення атмосферного азоту внаслідок симбіозу з бульбочковими бактеріями. Крім симбіотичних відносин рослина–штам, культура люцерни сприяє зниженню рівня ґрунтових вод і розсоленню ґрунтів, що особливо актуально нині. Тому вона є незамінним попередником для наступних культур.

У світі площа люцерни становить близько 35 млн га. Лідерство за площами її посіву міцно утримують США, в Європі − Іспанія та Франція, близько 300 тис. га в кожній. В Україні, навпаки, посівні площі люцерни зменшились з 1,9 млн га у 90-х рр. до близько 700 тис. га. У Херсонській обл. близько 13–17 тис. га. У структурі посівів багаторічні бобові трави минулих років займали 44,9% на зрошенні і 29,9% на неполивних землях, зараз кормові культури становлять усього 6,1%.

**2. Які напрями селекційної роботи з люцерною, в т.ч. у зв'язку зі змінами клімату?**

– Створення сортів люцерни в Інституті зрошуваного землеробства проходило в декілька етапів з урахуванням умов вирощування та вимог виробництва з використанням різних методів селекції.

Вперше селекціонерами створено сорт люцерни Херсонська 1, пізніше – сорт Херсонська 7. Однак біологічні особливості цього сорту не дозволяли максимально використовувати сприятливі умови, що створювались штучним зрошенням. Тому з 1960 року селекціонерами розпочата робота зі створення сортів люцерни інтенсивного типу для умов зрошення в різних напрямах:

– що поєднують високу насіннєву (6–9 ц/га) та кормову (700–800 ц/га) продуктивність сорти Надєжда, Сінська;

– для використання у спеціальних рисових сівозмінах створено сорт Херсонська 9, стійкий до затоплення у рисових чеках;

– враховуючи потреби тваринництва у таких видах кормів, як трав'яна мука, гранули і т.п., уперше в Україні створено сорт Вавіловка 2.

Але в результаті інтенсивного землеробства відбулось зниження рівня гуміфікаційних процесів у сучасних агроландшафтах, яке спричинило розвиток глобаль-

ної деградації гумусу і родючості ґрунтів та відсутність можливостей застосування хіміко-технічних ресурсів у повному обсязі. Максимальне використання біологічної азотфіксації за рахунок створення та впровадження нових сортів – один з економічних, екологічно чистих шляхів вирішення проблеми родючості ґрунтів. Тому починаючи з середини вісімдесятих років минулого століття розвивається якісно новий етап у селекційній роботі з люцерною. Зусилля селекціонерів спрямовані на створення сортів люцерни з могутньою кореневою системою, підвищеною азотфіксуючою здатністю. Цей напрям набуває особливої актуальності. Створено сорти Унітро, Серафіма, Веселка, Зоряна, Анжеліка, Елегія, Луїза обов'язково з підвищеною азотфіксуючою здатністю, але і з іншими специфічними ознаками і властивостями.

Згідно з численними прогнозами, глобальна зміна клімату призведе до підвищення температури, зміни географічної структури опадів і в майбутньому до збільшення частоти екстремальних кліматичних явищ. Пагубні наслідки абіотичного стресу є серйозним обмеженням для вирощування люцерни. Однак вона вважається культурою з високою посухостійкістю й широкою адаптивністю в посушливих регіонах. Її можна вирощувати в широкому діапазоні кліматичних умов – від екватора і майже до арктичних полярних кіл. Проте, як будь-яка інша культура, вона також негативно реагує на посуху і, щоб адаптуватися й вижити у стресових умовах, у неї виникають морфологічні, фізіологічні, біохімічні або молекулярні зміни, що необхідно враховувати під час створення посухостійких сортів з одночасним підвищенням врожайності та якості продукції. Тому останніми роками наполегливо ведеться селекційна робота зі створення посухостійких сортів. Використання різних методів оцінки дозволило виділити низку посухостійких генотипів люцерни для використання їх у подальшій селекційній роботі зі створення сортів, що відповідають цілям селекції.

**3. Чи ефективне застосування різних штамів азотфіксуючих препаратів на люцерні?**

– На цьому етапі є актуальним впровадження адаптивних форм землеробства, що забезпечують сільськогосподарські культури основними елементами живлення за рахунок використання біологічних спільнот, формування яких значною мірою базується на взаємодії рослин з широким спектром ґрунтових мікроорганізмів. Саме максимальне використання можливостей мікробно-рослинного взаємозв'язку має скласти основу адаптивної, або «біологічної» взаємодії, основним принципом якої є оптимізація сільськогосподарського виробництва як для задоволення потреб людини, так і для збереження і примноження природних ресурсів та поліпшення стану навколишнього середовища, відновлення ґрунтової родючості. Використання чистих джерел «біологічного азоту» здебільшого екологічно виправдане. Доцільне вирощування рослин, що забезпечують накопичення «біологічного азоту» та знижують потребу в азотних добривах і покращують якість ґрунту. У зв'язку з цим широке використання біологічного азоту набуває більшої актуальності та є одним з основних ланцюжків екологізації сільськогосподарського виробництва, що дозволяє отримувати високі, сталі врожаї, забезпечуючи відтворення родючості ґрунтів. У зв'язку з чим і посилюється інтерес до біологічного азоту, який здатні накопичувати багаторічні бобові трави. Серед багаторічних бобових трав найбільш поширеною є люцерна, азотфіксуючий потенціал якої оцінюють у 150–200 кг/га азоту, а за деякими дослідженнями за сприятливих умов – і близько 400.

Найважливішим резервом підвищення продуктивності люцерни є посилення процесу азотфіксації за симбіозу рослин з бульбочковими бактеріями. Ця взаємодія в генетичному плані дуже складна з огляду на генетичні відмінності рослини-господаря і рас Rhizobium meliloti. В такому разі оптимальний ефект може бути отриманий від адитивної взаємодії генів. Інколи вона неадитивна через несумісність генотипів рослин і штамів бульбочкових бактерій. Тому симбіоз може давати як позитивний, так і негативний ефект. Високоефективні симбіотичні системи можна сформувати шляхом цілеспрямованого добору партнерів за їх компліментарності один одному.

У польових дослідах ми спостерігали варіювання сортів люцерни за здатністю до ефективного симбіозу з Rhizobium meliloti у разі суттєвого сумарного збільшення на 53,2–20,7% врожаю зеленої маси рослин за

інокуляції різними штамами у сортів Сінська, Унітро, Вавіловка 2, Надєжда. Сорти Веселка та Серафіма в основному негативно реагували на бактеризацію. Найбільші показники ефекту симбіозу (18,6–26,2%) досягались за інокуляції рослин люцерни сортів Вавіловка 2, Унітро, Веселка ризобіями штаму 4. Це говорить про специфічність взаємодії сорт–штам і підтверджує необхідність урахування специфічної комплементарності у разі добору симбіонтів.

Таким чином, спостерігається складна ситуація в аналізі рівня ефективності бобово-ризобіального симбіозу, тому що він визначається генотипами обох партнерів − бобових рослин-господарів та бульбочкових бактерій.

Останніми роками в Інституті зрошуваного землеробства створено сорти люцерни Унітро, Веселка, Зоряна, Серафіма, Анжеліка, Елегія, Луїза з потужною кореневою системою стержнево-розгалуженого типу, підвищеною азотфіксуючою здатністю. Тому ці сорти люцерни можуть служити надійним фактором структуроутворення, джерелом поповнення гумусу та поживних речовин ґрунту. Підвищений рівень біологічної азотфіксації сортів дозволить зменшити до мінімуму застосування мінеральних добрив.

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК


БІЛЯЄВА І.М. ..... 57
БОЙЦЕНЮК Х.І. ..... 57
БУРИКІНА С.І. ..... 5
ВОЖЕГОВА Р.А. ..... 57
ГНАТЮК Н.О. ..... 53
ГРИЦАН Ю.І. ..... 36
ДІХТЯРЕНКО В.М. ..... 61
ЗАЛЕВСЬКИЙ Р.А. ..... 15
ІВАНЦОВ П.Д. ..... 15
ІЛЬЇНСЬКИЙ Ю.М. ..... 15
КАЗАНОК О.О. ..... 21
КАРАЩУК Г.В. ..... 21
КОЗЛЕНКО Є.В. ..... 26
КОЗЛОВА Л.В. ..... 41
КОРХОВА М.М. ..... 69
КОСЕНКО Ю.Ю. ..... 53
ЛИХОВИД П.В. ..... 57
ЛОВИНСЬКА В.М. ..... 36
ЛОЗІНСЬКИЙ М.В. ..... 61
МАЛЮК Т.В. ..... 41
МАМРАК О.О. ..... 36
МОРОЗОВ В.В. ..... 26
МОРОЗОВ О.В. ..... 26
ОБРАЖІЙ С.В. ..... 61
ПАНФІЛОВА А.В. ..... 69
ПАСІЧНИК І.О. ..... 15
ПІСКОХА В.М. ..... 36
РОССИХІНА-ГАЛИЧА Г.С. ..... 36
СИТНИК С.А. ..... 36
СМІРНОВА І.В. ..... 47
СОРОКА Л.В. ..... 53
ТАРАНЮК А.І. ..... 5
УСТИНОВА Г.Л. ..... 61
ЦУРКАН О.І. ..... 5

# НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
# ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

Інститут зрошуваного землеробства Національної академії аграрних наук України є провідною науково-дослідною установою Півдня України, яка працює над виконанням фундаментальних і прикладних завдань державних науково-технічних програм у галузі зрошуваного та неполивного землеробства, насінництва, рослинництва, захисту рослин, агрохімії, меліорації, механізації та економіки.

СТВОРЮЄМО:

– кращі гібриди кукурудзи, сорти пшениці озимої, сої, помідорів, люцерни та багаторічних трав;
– новітні системи зрошуваного й неполивного землеробства відповідно до спеціалізації господарств;
– елементи раціонального природокористування, збереження родючості ґрунтів і навколишнього середовища за рахунок науково обґрунтованої структури посівних площ, системи сівозмін різної спеціалізації, ґрунтозахисних, енергозберігаючих способів обробітку ґрунту для сільськогосподарських угідь.

ПРОПОНУЄМО:

– широкий асортимент високоякісного насіння сільськогосподарських культур власної селекції та селекції провідних селекційних центрів, адаптованого до умов вирощування на зрошуваних і неполивних землях;
– агрохімічний аналіз ґрунту та технологічні аналізи зерна пшениці, рису, проса, ячменю й інших сільськогосподарських культур (вологість, засміченість, натура, вміст сирої клітковини, хлібопекарські якості борошна, склоподібність, маса 1000 насінин);
– консультації з відбору зразків ґрунту, води, сільськогосподарської продукції для аналізу;
– рекомендації з використання добрив під сільськогосподарські культури;
– консультативно-методичні послуги з питань вирощування основних сільськогосподарських культур.

*Запрошуємо всіх бажаючих до співпраці з метою створення міцного науково обґрунтованого фундаменту для розвитку систем зрошуваного й неполивного землеробства у степовій зоні України!*

ІНСТИТУТ ЗРОШУВАНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
73483, Україна, м. Херсон, смт Наддніпрянське
Тел./факс: +38(0552) 361-196
e-mail: izz.ua@ukr.net
сайт: izznaan.com.ua
www.facebook.com/izz.herson

Наукове видання

# АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

Випуск 9

Відповідальний секретар – Грановська Л.М.

Підписано до друку 17.11.2021 р. Формат 60×84 1/8.
Папір офсетний. Гарнітура Arial. Цифровий друк.
Умовно друк. арк. 9,77. Наклад 300. Зам. № 1221/471
Віддруковано з готового оригінал-макета.

Видавництво і друкарня – Видавничий дім «Гельветика»
73034, Україна, м. Херсон, вул. Паровозна, 46-а
Телефон +38 (048) 709 38 69, +38 (095) 934 48 28, +38 (097) 723 06 08
E-mail: mailbox@helvetica.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК № 6424 від 04.10.2018 р.